

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

TAMARA RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO MARIA

**POTENCIAL DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA A
MELHORIA DA QUALIDADE CLIMÁTICA DE CENTROS URBANOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2014

TAMARA RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO MARIA

**POTENCIAL DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA A
MELHORIA DA QUALIDADE CLIMÁTICA DE CENTROS URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Flávia Gizele KönigBrun

DOIS VIZINHOS

2014

M332p Maria, Tamara Ribeiro Botelho de Carvalho.
Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a
melhoria da qualidade climática de centros urbanos - Dois
Vizinhos : [s.n.], 2014.
71 f.;il.

Orientadora: Flavia Gizele Konig Brun.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2014.
Inclui bibliografia

1. Arborização das cidades 2. Ilha de calor urbana I.
Brun, Flávia Gizele Konig, orient. II. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III. Título.

CDD: 551.6



TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE CLIMÁTICA DE CENTROS URBANOS

por

TAMARA RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO MARIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. (Flávia Gizele König Brun)
Orientador(a)

Prof. Dr. (Eleandro José Brun)
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. (Frederico Márcio Corrêa Vieira)
Membro titular (UTFPR)

Dedico este trabalho à minha família,
por todo apoio e dedicação que me deram
durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão conseguir atender todas as pessoas que fizeram parte dessa importante etapa da minha vida. Portanto desde já peço desculpas aqueles que não forem citados no presente documento, mas tenham certeza que estão presentes em pensamento e que tem minha gratidão.

Primeiramente quero agradecer a Deus que me trouxe para tão longe para amadurecer e realizar meu sonho, me amparando nos momentos de dificuldade para que permanecesse lutando.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Flávia Gisele KönigBrun, pela orientação no presente trabalho de pesquisa, e pelo acompanhamento durante a graduação contribuindo grandiosamente pra minha formação acadêmica e profissional.

Aos meus pais Carlos Alberto de Carvalho Maria e Priscila Ribeiro Botelho, aos meus irmãos Reinaldo Ribeiro Botelho de Carvalho Maria, Monica Diccini de Carvalho e Fernando Rodrigo Diccini de Carvalho, por terem acreditado em mim e por mesmo que à distancia terem me apoiado em todos os momentos, com palavras de incentivo, carinho, amor e admiração mutua.

Aos meus tios, Guilherme Ribeiro Botelho, Célia Maria Ribeiro Botelho, Eduardo Ribeiro Botelho, Patrícia Carla Ribeiro Botelho e à minha avó Marilza Carneiro, por todo o carinho e educação me dada, que permitiram com que eu chegasse até aqui e me tornasse uma pessoa melhor.

Aos meus queridos Sandra Mondardo Mattei e OrialiDalberto pelo apoio e amizade proporcionada durante toda a graduação.

Agradeço aos meus amigos Luma DalmolinStenger, ItaloMaykeGonçaves Amaral, SuzamaraBiz, Aline Delfino Germano, Bruna Elisa Trentin, ThatianaTominagaHiga, GéssicaMylena Santana Rêgo e outros que me ajudaram na coleta dos dados a campo durante 1 ano.

Agradeço à Fundação Araucária pela bolsa de incentivo a pesquisa direcionada ao presente estudo, que possibilitou a execução do mesmo.

Enfim, a todos que em algum momento contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

MARIA, Tamara Ribeiro Botelho de Carvalho. **Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos.** 2014. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

O presente trabalho visou avaliar o potencial de melhoria climática em centros urbanos proporcionada por duas espécies arbóreas nativas comumente utilizadas na arborização viária: Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides*) e Ipê-amarelo (*Handroanthuschrysotrichus*) visando a seleção de espécies aptas para a melhoria da qualidade climática urbana. O estudo foi desenvolvido na arborização viária do Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Dois Vizinhos, onde foram selecionados 5 exemplares das espécies implantados na arborização viária do Campus, totalizando 10 exemplares avaliados, em um o período de 12 meses, monitorados quinzenalmente, durante 03 dias consecutivos em três horários sendo que estas, debaixo da copa dos indivíduos, a 5 e 15 m de distância dos mesmos a pleno sol. Foram aferidas as seguintes variáveis: temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), temperatura de superfície (°C), luminosidade (lux) e velocidade do vento (ms^{-1}). O índice de sombreamento específico foi aferido estacionalmente em virtude do caráter decíduo de uma das espécies avaliadas. Após as avaliações a campo, foram atribuídos os índices de sombreamento específico, de conforto térmico através da norma ISO 7730, e de conforto visual. Os mesmos foram analisadas estatisticamente por meio de teste de Tukey para comparação de médias. Os resultados obtidos demonstraram que a área de sombreamento e projeção da copa foi maior para a Sibipiruna dando-lhe a característica de melhor espécie para minimização das temperaturas e da radiação solar sendo esta indicada para as estações de primavera e verão. O Ipê apresentou melhor conforto térmico no entorno próximo durante as estações de outono e inverno devido a maior permeabilidade dos raios solares pela copa. Porém existem alguns fatores a serem levados em consideração na seleção das espécies, sendo a taxa de urbanização, a direção dos ventos, e a posição em que nasce e se põe o sol, pois estes influenciam diretamente no potencial de melhoria da qualidade climática pela arborização. De maneira geral a combinação arborização e mobiliário urbano correto, beneficia diretamente na temperatura da superfície, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, e conforto lumínico. O Ipê amarelo consistiu na espécie indicada para a região sul para compor as áreas urbanas com maior movimentação no período comercial, devido ao maior conforto nas estações de outono e inverno, e a Sibipiruna mais recomendada para a arborização de bairros residenciais, com maior melhoria na qualidade climática nos períodos das 9 e 18 horas.

Palavras-chave: Ilhas de calor. Conforto térmico. Arborização viária.

ABSTRACT

MARIA, TAMARA RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO. **Evaluation of the potential of two native tree species to improve the quality of urban climate centers.** 2014. 71p. Completion of course work (Forest Engineer) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2014.

This study aims to evaluate the potential for improving climate in urban centers provided by two native tree species commonly used in street tree: Sibipiruna (*Poincianella Pluviosavarpeltophoroides*) and Ipê Amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) aiming at the selection of suitable species to improve quality of urban climate. The study was developed in road greening the campus of Federal Technological University of Paraná in Dois Vizinhos – Paraná, where we selected five representative samples of the studied species implanted in the campus, totaling 10 specimens evaluated on a period of 12 months monitored fortnightly during 03 consecutive days during three times, whereas, under the canopy of these individuals, at 5 and 15 m away from them in full sun, where the following variables were measured: temperature (° C) and relative humidity (%), surface temperature (° C), light (lux) and wind speed (ms-1). The index was benchmarked seasonally specific shade under deciduous character of the species evaluated. After the evaluations the field, the indices were assigned specific shading, thermal comfort through the ISO 7730 standard, and visual comfort, they were analyzed statistically using the Tukey test (5.0% error) mean comparison tests. The results showed that the area of shading and canopy projection was greater for Sibipiruna giving her the best kind of feature to minimize temperatures and solar radiation which is indicated for the seasons of spring and summer. The Ipê showed better thermal comfort in the near surroundings during the autumn and winter due to increased permeability of sunlight by the canopy. But there are some factors to be considered in the selection of species, and the rate of urbanization, the direction of the winds, and the position in which the rising and setting sun, as they directly influence the potential for improving climatic conditions for afforestation. In general, the correct combination afforestation and urban furniture, directly benefits the surface temperature, relative humidity, wind speed, and luminous comfort. The Ipê Amarelo species indicated for the southern region to compose the urban areas with greater movement in the commercial period, due to greater comfort in the autumn and winter seasons, and Sibipiruna most recommended for afforestation of residential areas, with greater improvement in climatic conditions in the period from 9 to 18 hours.

Key-words: Islands of heat. Thermal comfort. Street trees.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. JUSTIFICATIVA.....	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 CLIMA URBANO E A QUALIDADE DE VIDA	13
4.2 O CONFORTO CLIMÁTICO E A SAÚDE DA POPULAÇÃO.....	15
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
5.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
5.2 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES E INDIVÍDUOS REPRESENTATIVOS	18
5.2.1 Ipê Amarelo (<i>Handroanthu chrysotrichus</i>)	20
5.2.2 Sibipiruna (<i>Poincianella pluviosa var peltophoroides</i>).....	21
5.3 COLETA DOS DADOS TÉRMICOS	23
5.4 OBTENÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO CLIMÁTICO.....	25
5.5 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS DADOS	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6.1 ÍNDICE DE SOMBREAMENTO ARBÓREO (ISA)	29
6.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS E DO CONFORTO TÉRMICO (PMV) E CONFORTO VISUAL DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	30
6.2.1 Outono	30
6.2.2. Estação inverno.....	38
6.2.3 Estação Primavera	44
6.2.4 Estação Verão	51
6.3 AVALIAÇÕES GERAIS PARA SELEÇÃO DA ESPÉCIE APTA CLIMATICAMENTE	56
6.3.1 Distância de 0,0 metro da copa.....	57
6.3.2 Distância de 5,0 metros da copa	60
6.3.3 Distância de 15,0 metros da copa	62
7. CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	66

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os centros urbanos sofrem frequentemente os efeitos das discrepantes variações climáticas e cada vez mais estes locais sentem a intensificação das altas temperaturas através das ilhas de calor. Visando a melhoria da qualidade climática e, principalmente, aumentar o conforto climático nos centros urbanos, vem sido incentivados a utilização de arborização viária e áreas verdes, através de parques ou praças.

As alterações dos espaços naturais por espaços construídos alteram o balanço energético dos ambientes, provocando mudanças nos processos de absorção, transmissão e reflexão da radiação, alterando as condições climáticas dos meios urbanos (VILANOVA e MAITELLI, 2014, p. 56).

A cada dia, o desenvolvimento de estudos da dinâmica climática urbana se torna essencial e indispensável, principalmente com a função de avaliar as inter-relações do meio urbano. A vegetação desempenha um papel fundamental na qualidade climática local e até regional, justificando o seu uso no meio urbano, sendo necessário o estudo mais completo das inter-relações desta com o meio urbano (TEIXEIRA e LUCAS, 2014, p. 61).

É fundamental que as árvores tragam ao meio urbano os benefícios a qual ela se propõe, como, por exemplo, a melhoria do microclima urbano e controle da poluição. Para tanto se faz necessário o planejamento adequado da implantação, a seleção da espécie correta, e o bom manejo no meio urbano (CRISPIM et al., 2014, p. 192).

Atualmente, vários trabalhos tem focado os efeitos das ilhas de calor e do stress térmico gerado sobre seres humanos e animais. Porém, poucos estudos foram realizados quanto a quantificação da atenuação da temperatura e uso da vegetação como anteparo à radiação solar (sombreamento) em espaços abertos e sobre as edificações. Isto tem despertado o interesse dos pesquisadores no país, pois o efeito da redução na temperatura do ar depende da espécie de árvore considerada, porte e a densidade de sua copa e folhagem (AYRES, 2004, p. 32).

Abreu e Labaki (2010, p. 115) afirmam que o conhecimento do comportamento das espécies em relação ao conforto térmico no microclima é importante para os planejadores e pesquisadores do ambiente construído, para que seja incorporado no planejamento ou intervenções dos espaços abertos, aproveitando-se com inteligência os benefícios dos indivíduos arbóreos, visando à melhoria da qualidade de vida das pessoas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo avaliar o potencial de melhoria climática, proporcionada pelo emprego de duas espécies arbóreas: Sibipiruna (*Poincianella pluviosavar.peltophoroides*) e Ipê-amarelo (*Handroanthuschrysotrichus*) visando a seleção de espécies arbóreas aptas para tal em vias públicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivos específicos:

- Avaliar o potencial de sombreamento específico de cada espécie avaliada;
- Comparar a eficiência na melhoria climática proporcionada por cada espécie avaliada;
- Atribuir os índices de conforto térmico conforme a normativa ISO 7730, simulando o conforto térmico obtido por um ser humano adulto pelo sombreamento proporcionado por cada espécie.

3. JUSTIFICATIVA

A arborização de cidades é uma prática relativamente nova no Brasil, que tem pouco mais de 100 anos, porém vem sendo realizada, na maioria dos casos, sem planejamento, devido a carência de contribuições técnicas e literatura especializada, e principalmente por ser durante anos considerada “um problema” de menor importância no planejamento urbano das administrações públicas. Somente nas últimas décadas é que vem se integrando no instrumental legislativo de nossas cidades (LOBODA et al., 2005 p.142).

Neste sentido, Stringheta (2005, p. 9) cita que o ato de arborizar cidades, surgiu da necessidade de se manter o vínculo com a natureza, compensando de certa forma as angústias criadas pelas complexidades da civilização moderna, pois a arborização urbana humaniza os espaços das cidades, permitindo que se desfrute a denominada “qualidade de vida urbana”. Dentro deste âmbito, o elemento vegetal atua sobre o clima, água, solo e ar.

Dacanal, Labaki e Silva (2010 p. 116) ressaltam ainda que mais recentemente, a busca de estratégias bioclimáticas para a melhoria da eficiência energética das edificações e a preocupação com a qualidade dos espaços livres públicos vieram a desencadear maior interesse no conforto térmico em espaços abertos. Diante disso, o elemento *vegetação* aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções, além da influência positiva no conforto térmico.

Mascaró e Mascaró (2009, p. 69) citam que a melhoria das condições ambientais e do conforto humano nos centros urbanos são desenvolvidos principalmente pelo sombreamento causado pela vegetação urbana, atenuando condições extremas de temperatura, tanto em ambientes abertos como nas edificações adjacentes.

O sucesso ou fracasso dos espaços públicos urbanos tem muito a ver com o conforto. Existem outras exigências igualmente importantes para os projetistas, tanto funcionais como estéticas, mas se um lugar é desconfortável, as outras considerações passam a ser de importância secundária, pois a sensação de desconforto vai ser predominante para os usuários (LÓIS, 2001 p. 25).

Para Bueno (1998, p. 4), o estudo pormenorizado de seleção de espécies arbóreas a nível da qualidade do sombreamento e conforto térmico produzidos é uma das principais ferramentas para a realização de um planejamento urbano ou arquitetônico adequados para

que efetivamente resultem no bem estar físico e psicológico da população e, principalmente, na formação centros urbanos sustentáveis ambientalmente.

Modna e Vecchia (2003 p. 667) afirmam que a ampliação de investigações científicas sobre a seleção de espécies arbóreas para a melhoria climática de centros urbanos são importantes ferramentas para gestão e formulação de políticas públicas voltadas para a ampliação da arborização nas cidades brasileiras.

Conforme Castro (1999 p. 13), a ausência de informações principalmente no que se refere a qualificação e a quantificação dos efeitos da arborização como atenuadora da radiação solar vem despertando o interesse de vários pesquisadores, porém há uma carência de padronização de metodologias para a aferição dos dados, prejudicando a comparação entre os mesmos.

Dentro deste âmbito o presente projeto de pesquisa visa a seleção de espécies arbóreas aptas ao meio urbano com base em critérios de melhoria da qualidade ambiental e de qualidade de vida da população do mesmo, uma vez que levará em consideração a associação entre as variáveis climáticas e processos fisiológicos dos usuários desta arborização, através de métodos consagrados na literatura e padronizados nacional e internacionalmente (ISO 7730, NBR – 57 e NBR 5413), que permitirá que outros pesquisadores da área e gestores públicos possam ter acesso a dados padronizados e confiáveis na implantação destas espécies em suas cidades.

O intuito de se estudar espécies arbóreas que garantam o conforto climático de vias públicas, está em planejar centros urbanos sustentáveis climaticamente, e que em regiões de clima subtropical, onde se enquadra nesta situação o estado do Paraná, obtenha-se o referido conforto climático ao longo de todas as estações, evitando-se a assim o emprego de espécies inadequadas a esta demanda, pois algumas vezes a escolha de espécies incorretas pode gerar o sentimento generalizado de antagonismo a arborização nas vias públicas pela população.

Com base nos fatos expostos acima e também diante do alarmante quadro mundial de mudanças climáticas e crescimento desordenado das cidades brasileiras, o presente projeto de pesquisa justifica-se como de grande relevância no sentido do emprego da arborização urbana para a regulação das condições climáticas e higidez ambiental de nossas cidades.

Atualmente no cenário da arborização de centros urbanos brasileiros, o estado do Paraná consagra-se como um dos grandes pioneiros, tendo duas cidades entre as 10 mais bem arborizadas de nosso país, que é o caso da capital Curitiba e Maringá. Embora o estado apresente-se na vanguarda das iniciativas técnicas e científicas na área de silvicultura urbana, os municípios do interior, longe das referidas metrópoles, enfrentam uma grande carência de

conhecimentos técnicos e científicos na área para a gestão e implementação de seus planos de arborização urbana, principalmente de vias públicas.

Assim o presente estudo se apresenta de grande importância não só para o desenvolvimento sustentável da região, mas também em nível nacional na questão de conhecimentos científicos sobre o conforto térmico proporcionado por espécies arbóreas visando a sua indicação na utilização das áreas verdes urbanas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 CLIMA URBANO E A QUALIDADE DE VIDA

Atualmente, existe uma tendência cada vez mais frequente de se analisar as cidades como sistemas integrados, vivos, onde os diferentes componentes interagem com o bom funcionamento do todo, dependendo da eficiência de cada uma das partes, que garantam ao homem urbano as condições mínimas para uma vida saudável (TEIXEIRA, 1999 p. 11).

O clima urbano pode ser definido como a interação dos fatores urbanos com o clima regional e com o meio físico pré-existente. O clima urbano é o resultado das modificações das superfícies dos materiais e das atividades que o meio sofre, provocando alterações no balanço de energias, massa e movimento (ANDRADE, 2005, p. 70)

Os estudos sobre clima urbano demonstraram que a mudança climática está ligada ao acúmulo de energia térmica em função da produção de calor antropogênico que acaba reduzindo a área superficial coberta por vegetação, impermeabilizando o solo e alterando a velocidade dos ventos pelo aumento de barreiras construídas (ASSIS, 2005, p 96)

A modificação do clima em escala local é representado significativamente pelo seu processo de urbanização, onde a materialidade física e as atividades decorrentes promovem alterações térmicas, hídricas, e energéticas (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003, p. 76).

A substituição das plantas pelos materiais de baixa reflectância e elevada inércia térmica, como asfalto, tijolo e concreto, transformam as cidades em grandes *canyons*, o que ocasionam em resultados insatisfatórios para o bem estar humano, com noites de verão muito mais quentes que seu entorno imediato (MASCARÓ, MASCARÓ e AGUIAR, 2001, p. 70).

Pezzuto (2007, p. 1) enfatizou os prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida das comunidades urbanas causados pelo desconforto climatológico, notando-se diferenças significativas do meio urbano para o natural, devido a influência da complexa estrutura urbana, composta por elementos construídos, gerando grande impermeabilidade do solo, fazendo com que os espaços urbanos se tornem mais quentes.

Nesse sentido, o crescimento desordenado das cidades brasileiras despertou a atenção dos planejadores e da população para a percepção da vegetação como um componente necessário ao espaço urbano. Dessa forma, mais expressivamente, a arborização passou a ser

vista nas cidades como importante elemento reestruturador do espaço urbano, pois as áreas bastante arborizadas apresentam uma aproximação maior das condições ambientais normais em relação ao meio urbano que apresenta, entre outras, temperaturas mais elevadas, particularmente nas áreas de elevados índices de construção e desprovido de cobertura vegetal (GOMES e SOARES, 2003, p. 20).

Assim, a arborização de ruas surge com a contribuição para o bem estar, o conforto psíquico e psicológico e o conforto ambiental da população, sendo esta um serviço público e devendo ser entendida como patrimônio a ser preservado para as futuras gerações com a função de propiciar o equilíbrio ambiental para melhoria do conforto climático humano (BIONDI e ALTHAUS, 2005, p.1)

Um dos problemas mais comuns encontrados em áreas de alta urbanização, como as grandes cidades, são a baixa umidade, elevada concentração de poluentes e altas temperaturas. O plantio de vegetação nesses locais atua como mitigador, trazendo maior umidade, devido a evapotranspiração das plantas, isolamento térmico, ocasionado pelo fechamento das copas, e aumento da permeabilidade do solo, ocasionado pela absorção de água pelas plantas (MÜLLER, 2011, p. 67).

Gomes e Amorim (2003, p. 94 e 95) ressaltam que, como as áreas mais artificializadas das cidades tendem ao maior aquecimento, as regiões que mais se aproximam das condições originais da natureza, ou seja, locais com maior incidência de vegetação, tendem ao clima mais ameno. Os autores enfatizam a importância da vegetação como componente termorregulador dos centros urbanos, devido aos processos biológicos sofridos pelas plantas como a fotossíntese e a evapotranspiração.

A busca por estratégias biológicas para a melhoria climática e a preocupação com os espaços verdes públicos vieram desencadear o maior interesse no conforto climático proporcionado pela arborização, elemento o qual se tornou parte integrante dos projetos urbanos, tendo sua importância reconhecida na alteração das condições microclimáticas, atuando de maneira positiva no conforto térmico dos centros urbanos (DACANAL, LABAKI e SILVA, 2010, p. 2)

Bartholomei (2003, p. 132) argumentou que em ambientes externos, a atenuação da radiação solar incidente tem papel fundamental na redução das temperaturas, onde para um conforto térmico em espaços públicos deve-se observar a arquitetura das árvores, pois copas densas e baixas dificultam a circulação do vento sob as mesmas e fazem com que o calor fique retido nesses locais, podendo não permitir que níveis de conforto sejam alcançados.

Barbosa (2005, p. 95) estudou os efeitos das áreas verdes na qualidade térmica de ambientes urbanos de Maceió (AL), onde a diferença da temperatura do ar entre ruas não arborizadas e as áreas verdes arborizadas chegavam a 3,0°C. Assim, o autor recomenda que os planejadores passem a pensar a cidade no escopo dos aspectos climáticos, de forma que atributos do clima urbano sejam traduzidos em critérios do planejamento.

4.2 O CONFORTO CLIMÁTICO E A SAÚDE DA POPULAÇÃO

De acordo com Lamberts (2005, p.5) conforto térmico é o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico ao seu redor. O desconforto térmico pode ser causado pela sensação de frio ou quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando o calor perdido para o ambiente e o calor produzido pelo corpo são diferentes.

O conforto climático das pessoas pode ser alterado pela umidade, temperatura, radiação solar, velocidade do ar e a temperatura radiante das superfícies que o cercam. Assim, um ambiente quente faz o corpo humano produzir muito calor, aumentando a temperatura corporal fazendo o corpo perder calor através da evaporação, transpiração ou suor. Nestes casos deverá ocorrer uma boa movimentação de ar, cuja função é trocar o ar saturado de umidade da camada superficial da pele por um ar menos saturado. Em ambientes muito úmidos, fica mais difícil evaporar o suor, principalmente em locais com pouca movimentação de ar (CORBELLA e CORNER, 2011, p. 27).

O bem estar humano é afetado pelas funções reguladoras dos ecossistemas como, por exemplo, a purificação do ar, a redução de inundações ou secas, a disponibilidade de água potável, a estabilização do clima local e regional; sem essas funções reguladoras as populações humanas e animais seriam inconcebíveis. Portanto, muitas mudanças nos ecossistemas tem impactos negativos sobre a saúde humana (BOTTINI, 2005, p.136).

Para Baird (2002, p. 34), a qualidade de vida e saúde humana nos centros urbanos, frente às mudanças climáticas, será afetada consideravelmente, com a ocorrência de mais ondas de calor extremo durante os verões, em conjunto com o aumento no número de dias de calor intenso, principalmente nas zonas temperadas, afetando as pessoas mais sensíveis a esses fenômenos (crianças, idosos e pessoas com enfermidades respiratórias crônicas, doenças cardíacas e hipertensão).

As ilhas de calor podem gerar estresse térmico ou aumento da temperatura corporal, podendo levar a câimbras, desmaios, insolação, exaustão e até morte. Assim, medidas de mitigação, entre elas a arborização viária, podem atuar na diminuição do stress térmico e mortalidades em consequência deste, ajudam a reduzir problemas respiratórios, e também reduzir problemas relacionados a exposição em excesso à luz solar (GARTLAND, 2010, p. 178).

Speltzet al. (2011, p. 2) ressaltaram a importância da arborização na qualidade de vida urbana, com a função de sombreamento e diminuição do rigor térmico dos centros urbanos, com a diminuição das temperaturas dos materiais construídos, como pavimentação e edificações.

Vormittag (2011 p. 76) cita o clima urbano como um fator determinante da qualidade de vida de sua população. Priorizar a diminuição de ilhas de calor através da preservação e ampliação das áreas verdes, arborização viária e recomposição das matas ciliares, levará a inúmeros benefícios a saúde, entre eles a melhora do desconforto térmico, evitando-se doenças cardiovasculares, de veiculação hídrica e respiratórias.

Ainda neste sentido, Farr (2013, p. 144) afirma que a vegetação nas ruas e áreas externas públicas diminuem os gastos com a saúde devido ao aumento das atividades físicas em até três vezes em comparação a bairros com pouca vegetação.

A elevação brusca das temperaturas aumentam o risco de morbidade por doenças respiratórias. Mendonça (2003), avaliando a correlação da morbidade por doenças respiratórias e a variação de temperaturas em 7 países durante os meses de abril e maio do ano de 1997 a 2005, concluiu que a maior taxa de morbidade ocorreu no ano de 2004, com uma variação da temperatura máxima média de 5°C entre os meses.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, localizado no município de Dois Vizinhos, região sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 25° 44' 35" S e 53° 44' 35" W.



Figura 1 - Imagem de localização do município de Dois Vizinhos – PR.
Fonte: Site Portal Dois Vizinhos

Segundo a classificação de Alvarez (2013, p.717) o clima predominante no município é do tipo Cfa, caracterizado como clima temperado úmido com verões quentes, com precipitação média mensal maior que 40mm, e a temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C e do mês mais quente maior que 22°C. Este clima tem ocorrência em 61,7% da área do Estado do Paraná.

Originalmente a vegetação existente no município de Dois Vizinhos era a Floresta Ombrófila Mista, com matas de araucária, sobretudo em locais com altitude superior a 500m. Hoje, devido ao crescimento da pecuária e agricultura, o município apresenta apenas fragmentos da vegetação original (PORTAL DOIS VIZINHOS, 2014, p.1).

O Câmpus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná possui uma área total de 191,3 ha. As atividades se iniciaram no Campus em 1997, quando o mesmo ainda era Escola Agrícola e em 2005 tornou-se Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O Campus está localizado na estrada para Boa Esperança do Iguaçu km. 4. Na Figura 2 apresenta-se uma vista aérea do campus da UTFPR em Dois Vizinhos.



**Figura 2 – Imagem aérea da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos
Fonte: Google Earth (2014).**

A UTFPR Campus Dois Vizinhos, conta atualmente com aproximadamente 150 servidores e 1103 alunos, divididos em 5 cursos de graduação, sendo eles, Engenharia Florestal, Zootecnia, Ciências Biológicas, Agronomia e Educação no Campo.

A arborização do Campus conta com 605 indivíduos divididos em 53 espécies, sendo o Ipê Amarelo a espécie com maior número de indivíduos (23,0%) e a Sibipiruna a terceira espécie com maior número de indivíduos (11,0%) (COLOMBO et al., 2011, p. 3).

5.2 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES E INDIVÍDUOS REPRESENTATIVOS

As espécies escolhidas para o presente estudo foram a Sibipiruna (*Poincianella pluviosavar.peltophoroides*) e o Ipê-amarelo (*Handroanthuschrysotrichus*), representadas por

5 indivíduos de cada espécie, localizados na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos (Figuras 3) totalizando 10 indivíduos avaliados.

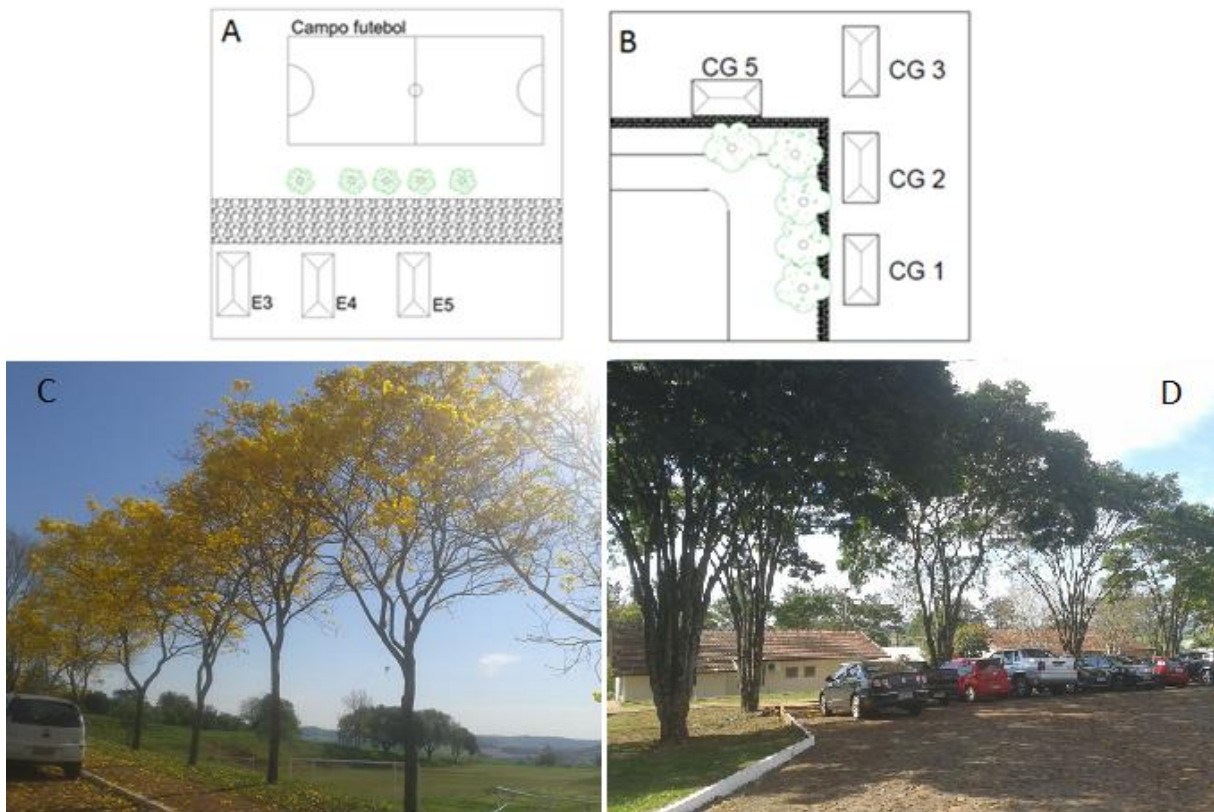


Figura 3 - A) Croqui da localização dos indivíduos da espécie Ipê Amarelo, B) Croqui da localização dos indivíduos da espécie Sibipiruna. C) Foto do local de localização dos indivíduos da espécie Ipê Amarelo, D) Foto do local de localização dos indivíduos da espécie Sibipiruna
Fonte: O Autor, 2014

Estas espécies foram escolhidas, pois, são, comumente, utilizadas no meio urbano e apresentam diferenças de porte e de densidade e característica foliar, sendo o Ipê amarelo uma espécie de pequeno a médio porte, caducifólia e pouco densa, a Sibipiruna apresenta-se de grande porte, alta densidade foliar e semicaducidade. Assim, pode-se comparar o conforto proporcionado por árvores de pequeno e de grande porte que apresentem diferenças quanto à área sombreada pela projeção da copa.

Os indivíduos representativos da espécie Sibipiruna, foram plantados no Campus no ano de 1997, tendo 15 anos no início do estudo e 16 anos ao término. A altura média e diâmetro a altura do peito médio (DAP), no início do experimento foram de 9,4 metros e 66 centímetros, respectivamente, e no fim do experimento foi de 10,0 metros e 70 centímetros, respectivamente.

Os indivíduos representativos da espécie Ipê Amarel, foram plantados no Campus no ano 2000, tendo 12 anos no início do estudo e 13 anos no término. A altura média dos indivíduos desta espécie no início e fim do experimento foram de 8,1 e 8,8 metros respectivamente. O diâmetro a altura do peito (DAP) médio no início e término do experimento foram de 9 centímetros e 10 centímetros respectivamente.

5.2.1 Ipê Amarelo (*Handroanthuchrysotrichus*)

O Ipê amarelo é uma espécie pertencente à família Bignoneaceae, nativo do Brasil, com ocorrência natural do Espírito Santo a Santa Catarina, pertencente ao bioma Mata Atlântica (Figura 4).



Figura 4 - Exemplos de Ipê amarelo em floração.
Fonte: Jardineiro.net (2014)

O Ipê Amarelo apresenta copa irregular e pouco densa, com folhas alternas, palmadas com 5 folíolos e pubescentes em ambas as faces, distintamente discolores, ásperos e coriáceos. O fruto é do tipo cápsula alongada, deiscente, contendo inúmeras sementes aladas (Figura 5A). Suas Flores são amarelas vistosas e ocorrem em cachos, e a floração ocorre de agosto a novembro (Figura 5B). O Tronco é pouco tortuoso, cilíndrico, com casca grossa e fissurada (LORENZI, 1998, p. 48).

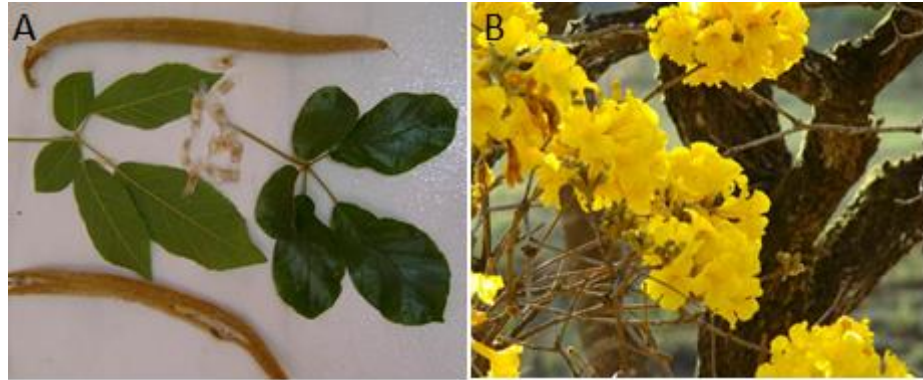


Figura 5 – A) Imagem das folhas, vagens e sementes do Ipê Amarelo, B) Imagem da floração em cachos do Ipê Amarelo.
 Fonte: Árvores do Brasil (2014, p.)

O Ipê amarelo é muito utilizado na arborização urbana na região sul do país, devido a sua exuberante floração e por possuir caráter caducifólio, muito desejado para compor vias urbanas das regiões mais frias, pois permite a maior entrada de luz pela sua copa no inverno, diminuindo o desconforto causado pelo frio. (SILVA JUNIOR e LIMA, 2010, p. 164)

O Ipê amarelo apresenta restrição de uso apenas em calçadas próximas a fiação elétrica, onde a mesma não é compactada ou subterrânea, pois ocasionará custos com poda, sendo recomendada a utilização em canteiros centrais com área livre em abundância ou em locais onde há fiação compacta ou fiação encapada (BIONDI e ALTHAUS, 2005, p. 72).

Mudas implantadas na arborização urbana de Curitiba, PR, apresentaram uma crosta marrom, causada por *Apiosphariaguaranitica*, oídio e fumagina, encontradas principalmente em locais com maior incidência de tráfego de veículos (CARVALHO, 2006, p.290)

As principais pragas do Ipê amarelo ocorrem na fase juvenil, onde no viveiro são encontradas hemípteras, *Triozatabebuiae*, que predam as folhas das mudas. Nas sementes podem ocorrer fungos patogênicos como, por exemplo, *Alternaria*, *Phomopsis*, *Fusarium* e *Phoma* (WIELEWSKI; SANTANA E BURCKHARDT, 2001, citado por Carvalho 2006, p. 290).

Segundo Loyde (2012, p.112) o uso de espécies nativas, como o Ipê Amarelo, no meio urbano, proporcionam um maior equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a cobertura verde, e cita a resistência desta espécie aos períodos de seca nos centros urbanos.

5.2.2 Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var *peltophoroides*)

A Sibipiruna (Figura 6) é uma espécie pertencente a família Fabaceae, nativa do bioma Mata Atlântica. Apresenta folhas compostas bipinadas com 17-19 pares de pinas e 13-27 folíolos por pina e frutos do tipo vagem (MARCHIORI, 1997).



Figura 6 – Imagens das folhas, vagens e floração da espécie Sibipiruna.
Fonte: Árvores Urbanas do Distrito Federal (2014).

A espécie Sibipiruna é recomendada para arborização pela sombra proporcionada o ano todo, devido a sua característica de semicaducidade e pela sua exuberante floração. A *Poincianella* sp. é uma espécie que apresenta-se geralmente em grande porte (Figura 7), até 25m, com copa globosa (SILVA JUNIOR e LIMA, 2010, p. 202).



Figura7 - Sibipirunas utilizadas na arborização viária da cidade de Maringá – PR.
Fonte: Blog Reticencias (2012)

Marchiori (1997) aponta a Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides*) como uma das espécies nativas com maior potencial para arborização urbana, devido as características estéticas da planta (Floração exuberante e vistosa), pela resistência a pragas e a poluição atmosférica e apresenta rápido crescimento.

De acordo com Moraes e Berti Filho (1974, citado por Carvalho, 2008, p. 484) a principal praga das Sibipirunas são as coleobrocas em madeira cortada por Scolytidae.

Dentre os benefícios ambientais apresentados pela espécie, Silva et al. (2009) cita o potencial de interceptação de 60,0% da precipitação pluviométrica e Mascaró e Mascaró (2005) citam a melhoria da qualidade climática com redução de até 9,0°C e um aumento da umidade relativa do ar em 15,0% devido principalmente a densidade e área da sua copa.

5.3 COLETA DOS DADOS TÉRMICOS

A avaliação ocorreu durante 12 meses, quinzenalmente por 3 dias consecutivos em cada avaliação totalizando 72 avaliações ao longo do período de atividades previsto. As variáveis climáticas mensuradas foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) obtidas com auxílio de termohigrômetro digital, temperatura de superfície (°C), aferida empregando Termômetro de Infravermelho, e o conforto visual, dado pela intensidade luminosa (lux) medida através de Luxímetro digital (Figura8).



Figura 8 – Equipamentos utilizados para aferir os dados a campo. A) Luxímetro digital; B) Termohigrometro digital; C) Anemômetro digital; D) Termômetro infra vermelho.

Fonte: Google imagens (2014)

As avaliações dos indivíduos foram realizadas em 3 horários distintos, às 9, 15 e 18 h, sendo que estas, debaixo da copa dos indivíduos (0m), a 5 e 15 m de distância dos mesmos a pleno sol (Figura 9).As referidas distâncias foram arbitradas a partir do tronco dos indivíduos, em função das mesmas serem as distâncias mais comuns entre árvores implantadas na arborização viária dos centros urbanos brasileiros.

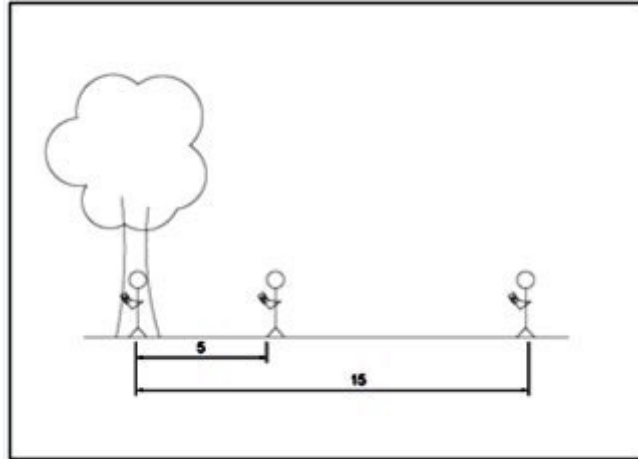


Figura 9 - Croqui das distancias onde devem ser coletados os dados climáticos dos indivíduos arbóreos.

Fonte: O Autor,2014

5.4 OBTENÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO CLIMÁTICO

Após as avaliações a campo, as mesmas foram processadas via planilha eletrônica Microsoft Excel® sendo posteriormente atribuído os índices de sombreamento, de conforto térmico através da norma ISO 7730, e de conforto visual que se encontram descritos abaixo.

a) **Índice de sombreamento arbóreo** - O cálculo do índice de sombreamento arbóreo foi baseado na adaptação do estudo de Lima Neto e Souza (2009, p. 52), sendo que tal variável, é o percentual de área sombreada em relação a área total de calçada, onde os indivíduos se encontram implantados.

A funcionalidade da aferição desta variável é observar a produção de sombreamento de qualidade ofertado pelo indivíduo ou espécie arbórea avaliada, sendo um importante parâmetro para construção de critérios de seleção de espécies arbóreas com base na melhoria climática em áreas urbanas.

$$\text{ISA} = (\sum \text{Área de copa} \div \text{Área de calçada}) \times 100$$

Para aferição da área de copa foram efetuadas 4 medições (raios) no indivíduo por meio de trena formando um ângulo de 90° entre si, tomadas do tronco até o máximo prolongamento da copa em extensão projetada (Figura 10A). Enquanto que para obtenção da área de calçada mediu-se toda a área calçada onde os indivíduos encontram-se implantados (Figura 10B), sendo utilizado o valor da largura mínima de uma calçada ideal que é 3 metros. As medições foram realizadas em todas as estações do ano, compreendendo 4 avaliações no presente estudo.

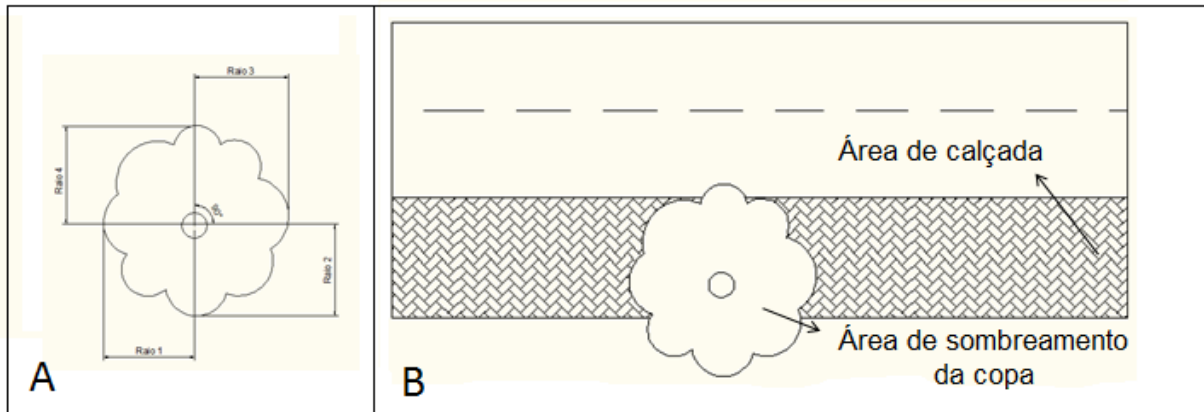


Figura 10 – Esquema para a determinação da área de sombreamento A) Medição dos 4 raios de copa formando um ângulo de 90° entre si. B) Figura representativa do cálculo do índice de sombreamento pela relação área de sombreamento de copa e área de calçada.

Fonte: Maria, T.R.B.C. 2014

Para o cálculo de área da calçada, foi considerado o comprimento da mesma como a distância entre o ponto inicial de projeção da copa do 1° ao ponto de projeção da copa do 5° indivíduo. Foi considerada a largura de uma calçada ideal, 3m.

b) Índice de conforto térmico ISO 7730 (Voto Médio Estimado (PMV)) - Para o cálculo do conforto térmico pela Norma ISO 7730, empregou-se o Voto médio Estimado (PMV) que é um índice baseado no balanço do corpo humano com o ambiente, de modo que a sensação de conforto deve ocorrer quando a produção interna de calor for igual à perda de calor para o ambiente (Dacanal, Labaki e Silva, 2010, p. 3).

Para interpretação dos dados de conforto térmico propiciado por cada espécie os dados foram analisados de acordo com a escala de sensações de conforto térmico desenvolvida por Fanger (Quadro 1) como previsto na referida norma ISO (1982, p.112).

Escala	Sensação
+3	Muito quente
+2	Quente
+1	Levemente quente
0	Neutro
-1	Levemente frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

Quadro 1 - Escala térmica de Fanger.

Fonte: Fanger, O. 1982.

Para o estudo do PMV primeiramente partiu-se do cálculo do valor da acumulação de energia do usuário, no momento que foram aferidas as variáveis climáticas no momento da avaliação “*in loco*” (temperatura do ar e da superfície, umidade relativa do ar e velocidade do vento), sendo considerado o metabolismo do corpo do usuário como 240 W m^{-2} onde seria equivalente a uma pessoa adulta caminhando calmamente a uma velocidade 5 Km h^{-1} , conforme valores tabelados em Brown e Gillispie (1995, p.76), enquanto que para o trabalho mínimo realizado para o exterior considera-se um valor nulo, pois segundo Águas (2001, p. 15) para pessoas realizando atividades leves como caminhadas, ocorre apenas dissipações de energia por atrito.

A variável PPD (*PredictedPercentageofDissatisfied*), foi fundamentado com base em um ensaio de conforto em ambiente fechado considerando um público alvo de 1100 pessoas. Esta variável foi utilizada para determinar o percentual de pessoas desconfortáveis e insatisfeitas climaticamente. Esta variável compõe a ISO 7730 onde o ambiente é considerada termicamente aceitável com $\text{PPD} < 10,0\%$.

c) Conforto visual - Esta variável caracteriza como as condições disponíveis ao ser humano para desenvolver as suas tarefas visuais com exatidão e precisão, com reduzido esforço e menores riscos de prejuízos à visão e de causar ou sofrer acidentes (FARRET, 2001 p. 80).

Para a determinação do conforto visual dos transeuntes foram considerados valores referentes a NBR – 57 (1991) e NBR 5413 (1992) para condições ideais de iluminância onde os valores para a situação de iluminação de vias públicas, a ser considerado foi de no mínimo 500 lux e máximo de 2000 lux, pois valores acima ou abaixo desta faixa ocasionam desconforto visual, como ardência e olhos vermelhos.

Para aferição do conforto visual proporcionado pelas espécies avaliadas no presente estudo foi empregado Luxímetro digital sendo a medição realizada nos mesmos horários e posições que foram coletados os dados climáticos.

5.5 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Uma vez atribuídos os índices de sombreamento específico, conforto térmico e visual, os referidos valores juntamente com as variáveis climáticas (Temperatura e umidade relativa do ar, temperatura do globo negro e de superfície) aferidas “*in loco*”, foram analisadas estatisticamente por meio de testes de comparação de médias (teste de Tukey) a um nível de significância de 5,0% de erro através do Software ASSISTAT 7.6, através do Delineamento inteiramente casualizado (DIC), visando obter as espécies mais aptas para a meio urbano em termos de melhoria climática de centros urbanos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ÍNDICE DE SOMBREAMENTO ARBÓREO (ISA)

A dimensão da área de copa é um dos fatores determinantes para a melhoria do conforto climático, já que esta atua na interceptação da luz, pela absorção de energia através da fotossíntese, e pelo controle de umidade e temperatura do entorno através da evapotranspiração.

Os dados analisados confirmaram a maior área de copa da Sibipiruna, em média 78,9 m²indivíduo⁻¹, pois representa uma espécie de grande porte e folhagem densa, quando comparado ao Ipê amarelo, com 29,71 m² como uma espécie de pequeno a médio porte de folhagem pouco densa. A área faz parte da composição do ISA conforme observada na Tabela 1.

Tabela 1: Análise estatística pelo teste de Tukey* do Índice de Sombreamento Arbóreo durante todas as estações do ano.

Espécie	Raio médio (m)	Área média de copa (m ²)	∑ Área de copa (m ²)	Área da calçada (m ²)	ISA (%)
Primavera					
Sibipiruna	5,4 a	95,3 a	476,7	97,8	487,5 a
Ipê-amarelo	3,2 b	32,9 b	240,1	68,7	349,5 b
Verão					
Sibipiruna	5,6 a	102,6 a	513,3	97,8	524,9 a
Ipê-amarelo	3,3 b	35,2 b	258,1	68,7	375,8 b
Outono					
Sibipiruna	5,3 a	92,3 a	461,9	97,8	472,4 a
Ipê-amarelo	2,9 b	27,8 b	202,9	68,7	295,4 b
Inverno					
Sibipiruna	5,1 a	86,8 a	434,4	97,8	444,2 a
Ipê-amarelo	2,7 b	23,0 b	168,4	68,7	245,3 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro.

Fonte: O Autor (2014)

Pode-se observar que o Ipê amarelo perdeu cerca de 35,0% de sua capacidade de sombreamento arbóreo entre as estações de verão e inverno, passando de 375,8% para

245,3%. Este fator é justificado pela deciduidade da espécie, onde ocorre a queda das folhas entre as estações de outono e inverno. Assim, esta espécie se torna recomendada quando se quer maior incidência luminosa em áreas urbanas.

A Sibipiruna perdeu, entre as estações de inverno e verão, cerca de 15,4% da sua capacidade de sombreamento pelo ISA, passando de 524,9% para 444,2%. Assim, este fator demonstra menor área de copa exemplificando a característica de semideciduidade da planta, citada por Lorenzi (1992, p.128).

A copa, representada através do ISA, atua efetivamente na diminuição das temperaturas, seja por meio da maior absorção e menor reflexão da radiação solar através das folhas das árvores, ou pela evaporação, que ocasiona o resfriamento local por utilizar a energia para a transpiração e não para o aquecimento (GEORGI e DIMITRIOU, 2010, p. 1402).

6.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS E DO CONFORTO TÉRMICO (PMV) E CONFORTO VISUAL DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

6.2.1 Outono

A variação climática entre as espécies é bastante evidente quanto a intensidade luminosa, sendo em média de 54,4 lux para o Ipê Amarelo e de 149,4 lux para a Sibipiruna nas avaliações a 0,0 m da copa (Tabela 2).

Tabela 2: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação outono a 0,0 metro da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	12,1 b	32,5 a	12,5 a	54,4 b	0,1 a	- 1,1 a	-1	29,7a
Ipê amarelo	13,7 a	33,2 a	12,9 a	185,8 a	0,1 a	- 1,1 a	-1	31,7a
15h								
Sibipiruna	12,2 a	25,0 b	9,3 a	73,4 b	0,0 a	- 0,6 a	0	12,6a
Ipê amarelo	10,2 b	25,5 a	9,6a	167,6 a	0,0 a	- 0,4 b	0	8,5 b
18h								
Sibipiruna	10,5 a	31,4 a	10,5 b	35,5 b	0,1 a	- 0,7 a	0	17,7a
Ipê amarelo	10,7 a	30,0 b	11,1 a	94,8 a	0,1 a	- 0,7 a	0	15,9a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

A intensidade luminosa debaixo da copa foi maior (média de 149,3 lux) para o Ipê amarelo, que diferiu estatisticamente em todos os horários da Sibipiruna (média de 54,4 lux). A diferença entre as espécies foi de 94,9 lux. A menor diferença entre os valores médios das variáveis se deu no horário das 18 horas, diminuindo também as diferenças para a temperatura de superfície, devido a maior incidência de radiação sob a copa da Sibipiruna, causada pela inclinação do Sol neste período.

Quanto maior a inclinação dos raios solares, maior a superfície que esta radiação atua, pois ocorre uma maior dispersão dos raios sobre a superfície. Assim, devido a radiação ser mais dispersa, a intensidade por unidade de área é menor, como ocorre nos períodos de início e fim de tarde. Próximo ao meio dia, onde a incidência dos raios solares ocorre à um ângulo de 90°, a radiação é mais pontual, sendo a intensidade da radiação por unidade de área maior.

Perini e Maglioco (2014, p. 7), corroboram o resultado, onde afirmaram que a temperatura da superfície não está diretamente ligada à temperatura do ar e sim com a incidência de radiação solar. No estudo, áreas com maior vegetação e maior densidade de copa diminuíram em 0,5°C a temperatura da superfície quando comparados à áreas menos arborizadas.

O desconforto maior, com sensação de levemente frio (-1), ainda é aceitável no período da manhã para ambas as espécies, sendo justificado pela ocorrência do orvalho neste período, onde o mesmo encontra-se em fase de evaporação, contribuindo assim para que a

sensação térmica se apresente mais fria, pois ocorre pouca transpiração da planta e muita evaporação da umidade do ambiente.

Um estudo realizado por Yeet al. (2007, p. 25), estudando a influência do orvalho na meteorologia dos centros urbanos da China, demonstrou que há influência direta do orvalho sob a umidade relativa através da correlação positiva entre as variáveis de umidade relativa do ar e temperatura do ar. O estudo explanou também a diminuição do orvalho com o passar do dia, que o mesmo sofrerá condensação com a incidência da radiação solar, devido a elevação da temperatura do ar e aumento da umidade relativa do ar.

No período das 9 horas, o desconforto maior é proporcionado pelo Ipê amarelo (31,7%), enquanto que nos períodos da tarde, esse é mais confortável que a Sibipiruna. Isso ocorre devido às características termorreguladoras da planta. Onde, no período da manhã, a quantidade de folhas é determinante para manter um equilíbrio ideal de conforto tanto para espécie quanto para o seu entorno. Assim, o Ipê amarelo tem pouco controle desta termorregulação devido à falta de folhas. Durante os períodos da tarde, a falta de folhagens no Ipê permite a incidência da radiação solar, acumulando energia nos mobiliários urbanos, que refletem esta energia e melhoram a sensação de conforto para as pessoas nos dias mais frios.

A menor temperatura do ar no entorno da Sibipiruna na estação do outono se deve as características do local, onde a alta urbanização faz com que os edifícios que se mantinham frios, absorvam o calor gerado pela Sibipiruna neste horário. Assim a Sibipiruna é recomendada para arborização de locais com maior presença da população no período da noite na estação de outono.

Durante o período das 15 horas, o Ipê apresentou menor nível de pessoas desconfortáveis pelo PPD (8,5%), inclusive nível este dentro do indicado pela norma ISO 7730 que é de menos de 10% da população desconfortável para que se haja um bom conforto climático. A menor taxa de pessoas desconfortáveis no entorno do Ipê Amarelo é determinado pela maior incidência da radiação solar, aumentando assim a temperatura do ar.

Às 15 horas a umidade relativa é menor para a espécie Sibipiruna, pois a temperatura é um pouco maior (9,6°C), o que faz com que a densidade das folhas impeça a perda de água pela transpiração nesse período como forma de proteger a planta do dessecamento, diferente do Ipê que tem pouco controle sobre a umidade pela falta de folhagens nessa estação do ano. Assim esta espécie é mais indicada para cidades de clima frio, em locais de maior circulação de pessoas neste período, gerando maior conforto para os usuários da arborização.

Segundo o Ministério da Saúde (Portal da Saúde, 2012, p. 1) a baixa umidade relativa do ar aumenta as chances de consequências à saúde, como falta de ar e tontura, comumente relacionados à má distribuição de oxigênio.

A Sibipiruna é indicada para ambientes de maior urbanização (22,8%) pois apresenta menores variações de temperaturas durante o dia, melhorando por exemplo, a ocorrência de rachaduras no asfalto causadas pela expansão e contração excessiva do material.

Porém, de modo geral, o Ipê amarelo apresentou-se mais confortável no entorno próximo, pois atingiu as características desejáveis para:

- Umidade relativa, onde a espécie foi a que mais se aproximou da desejada para o conforto ideal da população de 60,0%, determinado pela OMS;
- Temperatura do ar, onde apresentou-se mais elevada em todos os horários, sendo essa característica desejável para a estação de outono pois diminui a sensação de frio característico desta estação;
- Conforto lumínico, onde a espécie foi a que mais se aproximou da Ideal (500,0 a 2000,0 lux), embora não tenha atingido o limite mínimo para conforto;
- Voto médio estimado, através da escala de Fanger e do PPD, foi o mais confortável na maioria dos horários de avaliação pela combinação de todos os fatores citados.

Ainda no Outono, à distância de 5,0 metros (Tabela 3) dos indivíduos, podemos observar que a variação das temperaturas se mantém diferenciadas estatisticamente entre as espécies, porem a umidade relativa passa a equiparar-se exceto pelo horário das 18 horas.

Tabela 3: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação outono a 5,0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	13,0 b	35,0 a	12,4 b	118,8b	0,0 a	- 1,1 b	-1	33,0b
Ipê amarelo	15,4 a	36,6 a	12,9 a	249,6 a	0,0a	- 1,3 a	-1	42,6a
15h								
Sibipiruna	10,0 b	25,3 a	9,8 a	84,0 b	0,0 a	- 0,6 a	0	14,9a
Ipê amarelo	11,4 a	35,7 a	9,7 b	165,3 a	0,0 a	- 0,4b	0	8,0b
18h								
Sibipiruna	11,6 b	37,2 a	10,5 b	55,3 b	0,1 b	- 1,1b	-1	30,0b
Ipê amarelo	13,3 a	29,5 b	11,1 a	108,6 a	0,1 a	- 1,5 a	-1	52,0 a

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.**

Fonte: O Autor (2014)

Conforme a tabela 3, pode-se observar uma diminuição de até 2,4°C na temperatura de superfície entre as espécies e uma radiação aproximadamente duas vezes menor incidindo abaixo da copa da Sibipiruna, em média 88,4 lux, quando relacionada ao Ipê Amarelo, média de 174,5 lux. Essa diferença se dá pela influência da área de copa da Sibipiruna ser 54,2 m² maior, e nesse caso à 5,0 metros da copa ainda há projeção da copa da mesma sobre o solo, enquanto que o mesmo não acontece para o Ipê Amarelo.

Para Georgi e Dimitriou (2010, p. 1403), os valores das temperaturas de superfície medidos à sombra das plantas (0,0 metros da copa) são mais baixos que os medidos a meia sombra (5,0 metros) com reduções de até 3,1°C. Porém observou-se que a Sibipiruna teve uma temperatura maior a 0,0 metros que à 5,0 metros da copa. Isso ocorreu devido ao sombreamento neste horário estar direcionado para a posição de medida dos 5,0 metros, e ao acúmulo de calor do solo exposto à distância de 0,0 metros da copa.

Assim, o conforto lumínico está ligado diretamente ao ISA, pois a luminosidade e o ISA dependem da área de copa das plantas. Portanto, pode-se observar uma maior incidência luminosa sob a copa do Ipê amarelo, que além de apresentar menor densidade foliar, durante esta estação apresenta menor área de copa, o que diminui o controle do microclima no seu entorno.

Os padrões de temperatura de superfície a distância de 5,0 metros foram maiores que à distância de 0,0 metros da copa, em aproximadamente 0,9°C. Isso ocorreu devido a diferença de pavimentos entre as distâncias, onde para à distância de 0,0 metros da copa, a superfície

era composta por grama e à distância de 5,0 metros da copa das árvores, composta por calçamento de pedra.

A diferença estatística para a umidade relativa ocorreu apenas no período das 18 horas pois, as características de semidecuidade da Sibipiruna e de decuidade do Ipê amarelo fez com que não houvesse diferenciação nos períodos mais quentes. Porém, com o entardecer, a Sibipiruna, por ter mais folhagem, reteve a umidade ideal para o conforto humano, enquanto que o Ipê amarelo por ter menos folhas, não pode atuar da mesma maneira.

A baixa umidade relativa no entorno de ambas as espécies foi indesejável, pois o Ministério da Saúde e a OMS consideram a umidade relativa do ar abaixo dos 30,0% como situação de alerta para a população. Isso ocorreu, principalmente no caso da Sibipiruna, às 15 horas, devido a umidade do ar estar menor, e a planta retirar o vapor d'água do ambiente como mecanismo de defesa ao invés de enviar vapor d'água para a atmosfera como acontece nos outros horários.

Assim como ocorreu à distância de 0,0 metros, aos 5,0 metros da copa, a Sibipiruna apresentou uma temperatura do ar menor que o Ipê amarelo. Esse fator pode ser justificado pela maior absorção da radiação pela Sibipiruna devido ao seu maior raio de copa, de aproximadamente 5,4 metros.

Em termos de conforto lumínico, a espécie mais promissora continua sendo o Ipê Amarelo, pois permite maior entrada de luz chegando mais próximo ao valor mínimo requerido de 500,0 lux.

O maior conforto proporcionado pelo Ipê Amarelo dito pelo menor PPD (8,0%) às 15 horas e pela Sibipiruna, às 9 e 18 horas, ditos pelo menor PPD (33,0% e 30,0%), é justificado pela maior área foliar e conseqüentemente maior estabilidade do microclima pela menor radiação solar incidente na superfície sob a copa da Sibipiruna. Assim, no período das 15 horas o Ipê se torna mais quente, uma característica desejável para esta estação do ano, e nos períodos de menor radiação solar a Sibipiruna consegue, através da transpiração, manter seu entorno mais confortável.

A baixa velocidade do ar pode ter influenciado nos resultados de umidade relativa, segundo Taiz e Zeiger (2004, p. 83), quando o ar que circunda a folha encontra-se muito parado, há um menor controle da umidade relativa, pois a evapotranspiração da planta é menor, pois o ar parado atua como uma barreira para a transpiração e a radiação exerce menor influência.

Durante o outono à distância de 5,0 metros o Ipê foi mais confortável para as variáveis de temperatura do ar e de superfície, pois apresenta valores maiores, dando maior conforto à

população. Os valores de Ipê são maiores para a umidade relativa (1,5%) e intensidade luminosa (88,5 lux), sendo esses considerados o mais próximo do ideal para a saúde pública, como a velocidade do vento para menor contaminação por vírus da gripe, comum durante essa estação, a umidade relativa mais próxima do ideal (60,0%), e intensidade luminosa mais próxima do conforto (500,0 lux).

Segundo a ISO 7730, o ambiente é considerado confortável termicamente quando o PPD é menor que 10,0%, como ocorreu no horário das 15 horas para a espécie Ipê amarelo. Porém, nos períodos das 9 e 18 horas, a Sibipiruna foi a que apresentou menor PPD.

Aos 15,0 metros de distância da copa ocorre a diferenciação estatística para a temperatura de superfície e para umidade relativa em todos os horários analisados (Tabela 4).

TABELA 4: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação outono a 15, 0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	13,8 a	35,0 a	12,6 a	199,5a	0,0b	- 1,2 a	-1	34,4a
Ipê amarelo	13,8 a	32,7 b	13,8 a	169,9b	0,1 a	- 1,2 a	-1	37,4a
15h								
Sibipiruna	11,5b	24,8b	10,9 a	156,4 b	0,0 a	- 0,8 a	0	20,7 a
Ipê amarelo	12,9 a	25,2 a	9,4 b	220,9 a	0,0 a	- 0,3 b	0	7,9 b
18h								
Sibipiruna	11,9 b	31,6 a	10,9b	71,0 a	0,0 a	- 0,8 b	0	20,5b
Ipê amarelo	13,2 a	29,0 b	12,7 a	80,0 a	0,1 a	- 1,2 a	-1	35,7a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

As temperaturas do ar e de superfície apresentaram diferença estatística apenas nos períodos das 15 e das 18 horas, onde a Sibipiruna apresentou menores temperaturas em ambos os horários. Considerando a estação outono, o mais desejável seria uma maior temperatura de superfície no período das 18 horas, que traria um maior conforto durante a noite, portanto, nesses casos a melhoria do conforto climático será dada pela combinação entre a escolha da espécie e do pavimento que compõe o solo urbano, visando maior conservação de calor.

No período das 9 horas, a Sibipiruna e o Ipê Amarelo não diferiram estatisticamente e apresentaram pouca variação quanto a temperatura de superfície. Isso ocorreu devido à baixa

radiação solar neste período, que impossibilita tanto a absorção de energia pelas plantas, quanto pelo mobiliário no entorno que também influencia nestas temperaturas.

Ocorreu, também, diferenciação estatística para a sensação térmica do PMV e para o PPD. No horário das 15 horas, ambas apresentaram-se como sensação neutra para o PMV e o PPD foi maior para a Sibipiruna, e nas 18 horas a Sibipiruna se apresentou com menor PPD (20,5%) e com sensação neutra para escala de Fanger (0), enquanto que o Ipê apresentou maior PPD (35,7%) e sensação térmica levemente fria (-1). Isso ocorreu devido à baixa influência do Ipê à distância de 15,0 metros da copa, enquanto que a Sibipiruna consegue manter as temperaturas ideais para o seu entorno devido a maior quantidade de folhas que realizam a termorregulação.

No período das 9 horas, ao contrário do que ocorreu à distância de 5,0 metros, à 15,0 metros, a Sibipiruna e o Ipê não diferenciaram estatisticamente quanto ao conforto térmico e PPD. Isso ocorreu devido a menor influência da Sibipiruna a essa distância, pois seu raio médio de copa alcança 5,4 metros, e menor influência ainda do Ipê que apresenta um raio médio de copa de 3,0 metros, assim, faz-se prevalecer o microclima do ambiente e não diretamente das árvores. Por este mesmo motivo, as variáveis de temperatura do ar e de superfície não variaram estatisticamente entre si.

Quanto a velocidade do vento, podemos observar a diferença estatística entre as espécies no período das 9 horas, onde a velocidade do vento foi maior sob a espécie Ipê Amarelo devido a menor incidência de barreiras do mobiliário urbano como edificações e veículos.

Contrariando o que ocorreu à distância de 5,0 metros da copa, as espécies não se diferenciaram-se estatisticamente quanto a velocidade dos ventos à 15,0 metros nos períodos das 15 e 18 horas. Isso ocorre devido a barreira causada pelas espécies serem menores, já que o maior raio de copa para a Sibipiruna e Ipê Amarelo foi de 5,0 m e 2,5 metros, respectivamente.

Durante as 15 horas, pode-se observar uma maior umidade relativa no entorno do Ipê amarelo e menor para o entorno da Sibipiruna. Isso ocorre devido a maior insolação nas proximidades do Ipê Amarelo, aumento da evaporação da água no solo para a atmosfera, enquanto que para a Sibipiruna as partículas de vapor d'água evaporadas são retidas da atmosfera e absorvida pelas folhas.

Assim como ocorreu à distância de 5,0 metros, o Ipê Amarelo foi o único com PPD considerado termicamente aceitável a distância de 15,0 metros da copa, onde o valor foi de 6,9% dentro dos valores recomendados pela ISO 7730, que recomenda valores menores que

10,0%. Pode-se observar que também ocorreu a maior PPD para o Ipê Amarelo as 9 e 18 horas, justificado pela vestimenta usada para o cálculo do PMV (camiseta de manga curta e calça jeans), que se torna inadequada para as estações mais frias como o outono.

De modo geral, à distância de 15,0 metros da copa, a espécie que apresentou melhor conforto, durante a estação outono, para as variáveis de temperatura de superfície, umidade relativa, lux e velocidade do vento foi o Ipê amarelo, com temperatura mais elevada, e parâmetros de umidade relativa, luminosidade e velocidade do vento mais adequados aos recomendados pelas normas NBR57, ISO 7730 e OMS.

6.2.2. Estação inverno

Durante a estação de inverno pode-se observar que a variável temperatura de superfície foi a única que diferiu estatisticamente no período das 9h à distância de 0,0 m da copa dos indivíduos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação inverno a 0,0 metro da copa.

Espécie	Temp. da Superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	16,8 a	60,1 a	17,2 a	96,7 a	0,1 a	1,4 a	+1	46,4a
Ipê amarelo	15,0 b	59,5 a	17,6 a	151,2 a	0,2 a	1,4 a	+1	47,6 a
15h								
Sib	22,7 a	44,2 a	23,7 a	126,6 b	0,2 b	1,9 a	+1	70,7 a
Ipê amarelo	22,5 a	45,1 a	23,6 a	248,4 a	0,5 a	1,8 a	+1	70,0 a
18h								
Sibipiruna	19,3 a	50,0a	20,3 a	48,4 a	0,1 a	1,6 a	+1	56,0a
Ipê amarelo	17,1 b	46,0b	19,8 b	60,0 a	0,2 a	1,6 a	+1	57,9 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

O conforto lumínico proporcionado pelas espécies esteve abaixo do desejado, entre 500,0 e 2000,0 lux, porém a espécie com valores mais aproximados do mínimo desejado foi o Ipê Amarelo. Devido à densidade de sua folhagem e maior área de copa, a Sibipiruna proporcionou mais sombra em todos os horários, diminuindo a intensidade luminosa.

A temperatura do ar está indiretamente ligada a radiação, onde está incide sobre o solo que por convecção perde calor para o ambiente elevando a temperatura do ar. O entorno do Ipê Amarelo apresenta maior quantidade de vegetação que tem menor capacidade de reflexão do calor para o ambiente, assim, a temperatura do ar no entorno deste é menor quando relacionada a temperatura do ar no entorno da Sibipiruna.

Sendo assim, a temperatura do ar no entorno das espécies é basicamente determinado pela reflexão e absorção dos elementos que compõe o solo no entorno das árvores de centros urbanos, e pela absorção de energia térmica pela folha. A perda de folhas do Ipê Amarelo ocasionou em maiores temperaturas do ar durante as estações de outono e inverno quando entornadas por áreas de alta urbanização. Assim, o Ipê Amarelo apresentou temperatura do ar mais fria para áreas menos urbanizadas. Dessa forma em áreas de alto índice de urbanização é recomendado o uso do Ipê Amarelo, e em casos pouco urbanizados o uso da Sibipiruna.

A temperatura de superfície foi menor para o Ipê as 9 horas mesmo com maior incidência da radiação solar, por causa da formação do orvalho durante a noite que demora a evaporar e mantém as temperaturas do solo mais frias.

As 18 horas a menor temperatura no Ipê é justificada pela diferença de solos entre as espécies, onde para a Sibipiruna o solo está exposto com pouca vegetação e mais compactação, retendo o calor na superfície, no Ipê Amarelo a superfície é composta por grama, e esta perde mais calor para o ambiente.

Pode-se observar que a Sibipiruna apresentou menor velocidade do vento no período das 15 horas, onde houve diferenciação estatística entre as espécies. Esse fator é justificado pela maior barreira formada pela copa das plantas, transformando ventos fortes em brisas leves, diminuindo a sensação térmica de frio causada pelo vento.

O conforto proporcionado pelo PMV trouxe bons indicativos para a avaliação durante a estação inverno, onde houve um conforto classificado como levemente quente (+1) para ambas as espécies em todos os horários, justificado pelo controle do microclima pela termo regulação das plantas. Assim, a arborização se torna desejável para cidades da região sul, pois irão amenizar a sensação de frio sentido pela população.

Durante a estação de inverno à distância de 0,0 metros da copa dos indivíduos pode-se observar que o conforto maior foi proporcionado pela espécie Sibipiruna, o qual apresentou como desejado, maiores temperaturas de ar (20,4°C) e de superfície (19,63°C), umidade relativa mais próxima do ideal (60,0%), menor velocidade do vento, diminuindo a sensação de frio, e menor PPD.

O Ipê apresentou-se como melhor apenas para o conforto lumínico, com maior intensidade luminosa, devido à queda das folhas, o que proporciona maior incidência da radiação solar sob a superfície, proporcionando a sensação de calor, durante uma estação considerada fria.

Durante esse ano, a estação inverno, apresentou-se mais quente que a estação outono, provavelmente esse fator influenciou na sensação térmica comumente oferecida pelas espécies estudadas.

A distância de 5,0 metros da copa dos indivíduos avaliados na estação inverno (Tabela 6), pode-se observar que a maioria das variáveis (80,0%) apresentou diferenças estatísticas justificada pela diferença de áreas de abrangência das espécies pela área de copa, densidade foliar e formato da copa.

Tabela 6: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação inverno a 5,0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidad e do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	15,8 b	63,3 a	18,1 b	156,2 b	0,1 a	1,4 b	+1	46,8b
Ipê amarelo	22,6 a	76,2 a	18,9 a	493,9 a	0,1 a	1,5 a	+1	50,9a
15h								
Sibipiruna	20,1 b	46,3 a	23,9 b	75,0 b	0,3 b	1,8 b	+1	69,4b
Ipê amarelo	25,5 a	46,8 a	24,8 a	183,7 a	0,6 a	1,9 a	+1	72,8a
18h								
Sibipiruna	17,6 b	51,4 a	20,7 b	57,2 b	0,1a	1,6 b	+1	56,5b
Ipê amarelo	21,8 a	47,7b	21,6 a	91,0 a	0,2 a	1,6 a	+1	59,4a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

A Sibipiruna apresentou as menores temperaturas de superfície para todos os horários à distância de 5,0 metros durante a estação inverno. Essa característica torna a espécie pouco desejável nas regiões de inverno rigoroso, com frio intenso, onde espera-se que a arborização proporcione certo aquecimento no seu entorno, sendo assim, o Ipê é a espécie mais recomendada para o meio urbano nesses locais.

O conforto lumínico foi maior para o Ipê Amarelo em todas as distâncias, pois apresentou em média (256,2), sendo esta, a espécie que mais se aproximou do valor desejado

(mínimo 500,0 lux), devido a deciduidade da planta que permite a maior incidência da radiação solar.

A semideciduidade da Sibipiruna fez com que essa diminuísse a velocidade do vento, em $0,2 \text{ ms}^{-1}$, servindo como barreira para os ventos fortes, ao contrário do Ipê, que por sua deciduidade deixa o caminho livre, para formar corredores de ventos, que acabam acumulando maior velocidade, sendo esta uma característica não desejada na estação inverno, na região Sul do país. Assim, recomenda-se a utilização da Sibipiruna em cidades de clima subtropical para diminuir a velocidade dos ventos e sensação de frio nos centros urbanos.

Pode-se verificar, diferença estatística entre as espécies quanto a temperatura do ar e da superfície em todos os horários de medição, a distância de 5,0 metros da copa, sendo a Sibipiruna a espécie com menores médias para esta variável. Isso ocorreu devido a menor intensidade luminosa que diminui o aquecimento do solo e conseqüentemente o transporte do calor para o meio. Assim a espécie é indicada para a região sul, porém com manejo de levantamento de copa antes do inverno, possibilitando a maior incidência de radiação solar sob a copa.

Embora a Sibipiruna apresente maior sombreamento durante o inverno (ISA de 444,2%), as características de termorregulação e evapotranspiração fazem com que essa espécie mantenha um microclima adequado ao seu crescimento e conseqüentemente maior conforto a população no seu entorno.

Quanto a velocidade do vento pode-se observar que o único horário em que houve diferença estatística entre as espécies foi às 15 horas, onde a velocidade dos ventos também é maior quando comparada aos outros horários, devido a maior ação das forças de convecção pela maior formação de massas de ar quente.

Segundo Mochida e Lun (2008, p.1499), o vento é um dos fatores mais determinantes na incidência de ilhas de calor em centros urbanos, pois auxilia na circulação das massas de ar quente responsáveis pelos mormaços em áreas urbanas.

Para McPherson, Nowak e Rowntree (1994, p. 36), os efeitos aparentes da influência da vegetação sobre a velocidade do vento deu-se apenas para ventos com maior velocidade e se torna pouco perceptível para ventos de menores velocidades. Fator este encontrado no presente estudo, onde as diferenças de velocidade do vento se deram para ventos mais fortes.

Embora o Ipê amarelo apresentasse temperaturas mais baixas, este foi o que apresentou menor PPD, esse fator é justificado pela relação deste índice com o PMV, o qual depende não exclusivamente da temperatura, mas também da umidade, velocidade do vento e da incidência da radiação solar combinados com a vestimenta do usuário e a atividade física

realizada. Assim os demais valores ambientais contribuíram para o menor PPD pelo Ipê Amarelo, 61,0%.

Quanto aos parâmetros gerais, o Ipê amarelo foi o que apresentou mais variáveis desejáveis, como maiores temperaturas de superfície (23°C,3) e do ar (21,7°C), que aumentam a sensação de calor do corpo humano durante uma estação fria como o inverno; maior conforto lumínico (256,2 lux), se aproximando do mínimo estabelecido (500,0 lux) e menor índice de PPD (61,0%), o que indica que o microclima no entorno do Ipê Amarelo agrada termicamente mais pessoas que a Sibipiruna durante a estação de inverno, à distância de 5,0 metros da copa.

Os parâmetros de velocidade do vento e umidade relativa apresentaram valores mais desejáveis pela espécie Sibipiruna, sendo que a velocidade do vento foi diminuída pela barreira física formada pela copa, e a umidade relativa no seu entorno foi a que ficou mais próxima do ideal, de 60,0%.

Podemos verificar que, aos 15,0 metros de distância da copa, na estação inverno, houve diferença estatística para todas as variáveis, no horário das 15 horas, onde as temperaturas e velocidade dos ventos foram maiores (cerca de 0,2 ms⁻¹) do que outros períodos do dia, devido a maior ocorrência de massas de ar quente gerando maiores forças de convecção (Tabela 7).

Tabela 7: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação inverno a 15,0 0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	18,4 a	63,4 a	18,6a	269,4 b	0,0 b	1,5 a	+1	50,0a
Ipê amarelo	18,9 a	63,0a	23,3a	448,5 a	0,2 a	1,9 a	+1	59,9a
15h								
Sibipiruna	21,0 b	45,8 b	23,5 b	120,9 b	0,2 b	1,8 b	+1	67,3 b
Ipê amarelo	27,5 a	48,1 a	24,2 a	317,7 a	0,5 a	1,9 a	+1	70,6 a
18h								
Sibipiruna	18,8 b	51,8 a	20,9 a	86,6 a	0,1 a	1,6 a	+1	57,0a
Ipê amarelo	22,6 a	48,3 b	21,5a	99,8a	0,2 a	1,6 a	+1	59,1 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

Os períodos das 9 e 18 horas apresentaram maior estabilidade quanto a diferença estatística para as variáveis, onde 5 das 8 variáveis não diferiram estatisticamente devido a estes serem os períodos mais amenos do dia, pela menor radiação solar.

No período da manhã (9 horas), a diferença estatística se deu apenas para conforto lumínico, devido a maior incidência de radiação (aumento de até 183,6 lux) e para a velocidade do vento, que foi para menor para o Ipê Amarelo em $0,2 \text{ m.s}^{-1}$.

No fim do dia, as diferenças estatísticas foram apenas para temperatura de superfície, maior para o Ipê amarelo ($22,6^{\circ}\text{C}$), como consequência da maior intensidade luminosa (99,8 lux), e umidade relativa maior para a Sibipiruna (51,8%), causada pela maior quantidade de folhas e conseqüentemente maior evapotranspiração da planta, transferindo umidade para o meio próximo.

Um estudo realizado por Barbosa (2005, p. 96) comprovou que na estação de inverno as aferições de temperaturas medidas após as 18h, foram as que apresentaram maior estabilidade entre as áreas arborizadas e não arborizadas. Os resultados obtidos pelo autor se assemelham ao do presente estudo, onde às 18 horas considerando o Ipê Amarelo como área menos arborizada e a Sibipiruna mais arborizada, a temperatura do ar não diferiu estatisticamente entre as áreas.

A umidade relativa do ar foi a única variável que diferiu entre as espécies em todos os horários à distância de 15,0 metros das árvores. Pode-se observar que nas temperaturas mais elevadas, a umidade relativa do ar é menor, isso ocorre devido ao balanço hídrico da planta, onde ocorre o fechamento dos estômatos para controlar a perda de água, deixando as folhas mais saturadas de vapor d'água e conseqüentemente o ar fica menos saturado (TAIZ e ZEIGER, 2004, p.86).

A umidade relativa no entorno da Sibipiruna foi menor (45,8%), devido a menor perda de água da planta para o ambiente durante o período das 15 horas, e à maior radiação solar, diminuindo as partículas de vapor d'água no ambiente. A menor taxa de transpiração nesse período e menor insolação abaixo da copa faz com que a temperatura do ar fosse menor à distância de 15,0 metros da copa.

No período das 18 horas, a umidade relativa passou a ser menor sob o Ipê Amarelo (48,3%) do que a Sibipiruna (51,8%), isso ocorreu pela volta da transpiração no período menos quente, liberando pouco a pouco as partículas de vapor d'água para o ambiente, aumentando a umidade relativa do ar no entorno.

A livre incidência de radiação sob o Ipê Amarelo e a diferença de materiais da superfície entre as espécies, sendo calçamento para o Ipê Amarelo e grama para a Sibipiruna,

fez com que no período das 15 e das 18 horas a temperatura de superfície sob o Ipê Amarelo fosse maior (21,5°C).

A maior área livre onde se encontram os indivíduos de Ipê Amarelo fez com que este apresentasse maior velocidade dos ventos, com média de $0,3 \text{ ms}^{-1}$, quando relacionada a Sibipiruna, que além da copa, apresenta maior quantidade de barreiras físicas, como árvores e edificações.

Ainda quanto a velocidade do vento, as diferenciações estatísticas ocorreram apenas nos períodos das 9 e 15 horas, devido as forças responsáveis pela movimentação do ar, como a convecção, onde o ar quente se movimenta para cima e o ar frio para baixo. Assim durante o período da noite (18 horas), há menor incidência de massas de ar quente, diminuindo consequentemente as ações do vento nesse período.

O conforto térmico em todos os horários foi maior para a Sibipiruna, com valores de PMV médio de 1,6, indicando uma sensação térmica de levemente calor, segundo a escala de Fanger. Isto ocorreu devido ao metabolismo constante das folhas da planta que permitiu maior conforto climático no seu entorno próximo. O Ipê apresentou PMV maior em todos os casos, em nível de causar desconforto pelo calor para as pessoas devido a maior incidência de radiação solar.

Apesar do menor PPD ter sido dado para a Sibipiruna (58,1%), considerando o inverno como uma estação mais fria, é recomendado o uso do Ipê Amarelo, pois este manteve as temperaturas de ar e de superfície maiores, com média de 23,0°C; umidade relativa do ar mais próxima do ideal em dois dos três horários; maior conforto lumínico e velocidade do vento em todos os casos, mantendo maior transferência de calor no meio.

Quando avaliados de maneira geral, as espécies apresentaram em média o mesmo conforto térmico durante a estação de inverno, gerando um PPD médio de 59,3%, demonstrando que o uso de ambas retornaria em maior conforto para a população (Gráfico 2).

6.2.3 Estação Primavera

Durante a estação da primavera pode-se observar uma maior similaridade de comportamento das espécies (cerca de 60,0% das variáveis não diferiram estatisticamente) quando relacionado à estação inverno. À distância de 0,0 metros da copa (Tabela 8) pode-se observar que não houve diferença estatística entre o PPD. Isso pode ser justificado pelo início

da floração do Ipê amarelo, retomando parte da termorregulação e evapotranspiração, diminuída com a queda das folhas durante a estação de outono e inverno.

Tabela 8: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação primavera a 0,0 metro da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	22,1 a	56,0 a	21,3 a	70,1 b	0,1 a	1,9 a	+1	76,3 a
Ipê amarelo	22,7 a	78,3 a	20,7b	333,9 a	0,3 a	1,9 a	+1	72,7 a
15h								
Sibipiruna	19,7 a	43,2b	22,4a	90,4 b	0,5 a	2,0 b	+1	74,9 a
Ipê amarelo	19,5 a	45,3 a	22,3 a	215,7 a	0,2b	2,0 a	+2	79,0 a
18h								
Sibipiruna	21,7 a	50,5 a	22,5 a	98,9 a	0,1 b	2,1a	+1	82,0 a
Ipê amarelo	20,3b	50,7 a	22,4 a	111,4 a	0,3 a	2,1 a	+1	79,7 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

A temperatura do ar foi menor para o Ipê Amarelo, em média apresentou temperatura 21,8°C, sob a copa em todos os períodos no entorno imediato das árvores (0,0 metros de distância da copa). Isso ocorreu devido ao pequeno controle de absorção do calor pelas flores do Ipê e alta absorção de calor pela Sibipiruna, mantendo o entorno dessa com temperaturas mais elevadas.

A velocidade do vento não diferiu estatisticamente entre as espécies no período das 9 horas pela menor ocorrência de massas de ar quente formadas na região, com o início do horário de verão as avaliações passam a ocorrer com menor incidência de radiação solar. Assim, ocorrem apenas massas de ar frio no horário das 9 horas, provenientes do período noturno anterior.

Os períodos de maior acúmulo de energia pela radiação (15 e 18 horas) formam as massas de ar quente que agem juntamente com as massas de ar frio, determinando a velocidade dos ventos nesses períodos.

Como as massas de ar quente ficam mais retidas sob a copa da Sibipiruna, devido a menor permeabilidade da copa, essa apresenta maior convecção para transferência das massas

de ar, aumentando a velocidade dos ventos, como pode ser observado no período das 15 horas.

Quanto a temperatura de superfície, houve diferença estatística no período das 18 horas, devido a diferença de solo que compõe o entorno próximo, sendo o entorno do Ipê Amarelo composto por grama e da Sibipiruna por solo nu. Assim, a grama que compõe a superfície a 0,0 metro da copa do Ipê amarelo, perde mais calor para o ambiente através da evapotranspiração, diminuindo a temperatura da superfície no local.

A umidade relativa do ar observada foi maior para o Ipê Amarelo (56,0%) mesmo este tendo menor densidade foliar e área de copa. Neste caso, a umidade está relacionada com o entorno próximo do Ipê Amarelo, onde há uma área extensa de gramado, e assim, a evapotranspiração deste faz com que a umidade relativa seja maior neste local.

Embora não haja diferença estatística para o PPD, pode-se observar que para o PMV, no período da manhã (9 horas), ambas as espécies se mantiveram como levemente quentes, devido a baixa radiação solar no período, enquanto que às 15 horas houve diferença estatística entre as espécies, sendo que a Sibipiruna se manteve como levemente quente e o Ipê amarelo como quente. Ao final da tarde (18 horas), ambas as espécies apresentaram característica de clima quente devido ao maior acúmulo de energia da radiação durante o dia.

A sensação de maior conforto proporcionado pela Sibipiruna pela escala de Fanger (+1) durante o período da tarde (15 horas) está diretamente ligada à retenção da incidência solar pela copa, diminuindo a sensação de desconforto para a população.

De maneira geral, à distância de 0,0 metros da copa, durante a estação da primavera, o Ipê Amarelo foi o que apresentou os valores mais desejados, para as variáveis analisadas, com temperaturas mais amenas (21,8°C), umidade relativa mais próxima do ideal (58,1%), maior velocidade do vento (em torno de 0,2m.s⁻¹), maior conforto lumínico e menor PPD.

As medições realizadas durante a primavera a 5 metros da copa apresentaram maior quantidade de variáveis diferentes estatisticamente no período das 15 horas (7/8), onde todas as variáveis, com exceção da umidade, apresentaram diferença estatística, devido as mesmas condições de solo exposto e pouca cobertura pela área de copa (Tabela 9)

Tabela 9: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação primavera a 5,0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	26,1 b	65,1 a	22,5 a	212,7 b	0,1 b	2,0 a	+2	78,3 a
Ipê amarelo	28,4 a	59,6 a	21,3 b	397,3 a	0,4 a	1,8 b	+1	67,9 b
15h								
Sibipiruna	22,5 b	52,1 a	22,0 b	156,3 b	0,5 a	1,9 b	+1	76,6 b
Ipê amarelo	26,5 a	52,7a	22,8 a	370,6 a	0,2 b	2,1 a	+2	80,6 a
18h								
Sibipiruna	24,6 a	47,0 b	22,8 a	111,7 a	0,1 a	2,1 a	+1	82,3 a
Ipê amarelo	23,8 a	49,6 a	21,7 b	93,3 a	0,2 a	2,0b	+2	77,4 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014)

A umidade relativa do ar no período das 9 horas foi equivalente estatisticamente para ambas as espécies, esse fator é recorrente e justificado pela evaporação do orvalho formado durante a noite. A menor umidade relativa encontrada no entorno da Sibipiruna às 18 horas, é justificada pela maior incidência de radiação sob essa espécie no período. Assim, a planta controla mais a perda de água para o meio, diminuindo a sua transpiração e consequente a umidade relativa do ar no seu entorno.

No período das 9 e 15 horas, a temperatura de superfície diferiu estatisticamente sendo menor para a Sibipiruna em ambos os horários, porém às 18 horas não há diferenciação estatística e a Sibipiruna apresenta valor médio mais altos para esta variável. Essa mudança é justificada, pois nos primeiros períodos (9 e 15 horas) a sombra projetada pela copa da Sibipiruna faz com que a radiação solar sob a mesma fosse 184,2 e 18,5 lux menor respectivamente, diminuindo a temperatura de superfície à distância de 5 metros em 2,3 e 0,8°C respectivamente.

Porém, no período das 18 horas, o maior grau de urbanização próxima as Sibipirunas fez que a perda de calor pela superfície do solo fosse menor, 0,8°C enquanto que para o Ipê este espaço é menos urbanizado e a evaporação é mais rápida.

No período da manhã (9 horas) a velocidade do vento encontrada nas Sibipirunas é menor que a encontrada nos Ipês Amarelos, com diferença de 0,3ms⁻¹. Este fator é justificado pela maior barreira formada pela folhagem da Sibipiruna, diminuindo a velocidade dos ventos no seu entorno. No período das 15 horas, a velocidade do vento sob as Sibipirunas é 0,2 ms⁻¹

maior, pois há uma maior concentração das massas de ar quente, gerando maior circulação do ar.

A velocidade do vento atua diretamente na temperatura do ar. Assim, durante os períodos em que a velocidade foi menor próximo a Sibipiruna, sua temperatura do ar foi maior, conforme observado no período das 9 e 18 horas.

Assim como no Ipê Amarelo, onde nos períodos em que a velocidade do vento foi menor próximo a estes ($0,2\text{ms}^{-1}$), a temperatura do ar na sua proximidade foi maior ($22,8^{\circ}\text{C}$), conforme observado no período das 15 horas. Isso ocorre devido à circulação das massas de ar quente, que impede que a formação de mormaços próximos às árvores, diminuindo a possível formação de ilhas de calor no Campus, devido a urbanização do mesmo que tende a verticalização das edificações num futuro próximo com o plano de expansão da Universidade.

No fim da tarde (18 horas), a velocidade dos ventos passa a ser menor, durante a estação de primavera, essa característica não é desejada, pois com o horário de verão a duração do período de dia é maior que no horário de inverno, por isso o PPD nesse período apresenta médias maiores (79,9%), devido a ocorrência do mormaço, causando desconforto a população, conforme observado para a Sibipiruna que apresenta menor ($0,1\text{ m.s}^{-1}$) velocidade do vento e maior PPD (82,3%)

A temperatura do ar para o Ipê Amarelo, às 18 horas, demonstra um maior conforto pela diminuição de $1,1^{\circ}\text{C}$ quando comparado à Sibipiruna. As respostas dessas variáveis se justificam pela composição do seu entorno, que é mais aberta, permitindo maior circulação de vento, diminuindo a temperatura do ar e gerando mais conforto à população.

Quanto ao conforto lumínico, houve diferenciação estatística nos períodos das 9 e 15 horas, porém nenhuma das espécies atingiu o valor mínimo de conforto visual, sendo o Ipê amarelo a espécie que mais se aproximou deste conforto nos períodos citados, com intensidade luminosa média de 397,3lux e 370,5 lux, respectivamente.

Porém, no horário das 18 horas a Sibipiruna apresentou um maior conforto lumínico (11,7 lux) quando relacionada ao Ipê (93,3 lux). Isso se dá devido à angulação do Sol nesse período, causando sombra nas aferições a 5,0 metros da copa do Ipê Amarelo, enquanto as aferições da Sibipiruna foram dadas a pleno Sol.

O PPD foi em média, 8,5% menor para o Ipê Amarelo nos períodos das 9 e das 18 horas, e 3,9% maior no período das 15 horas. Esse fator foi determinado principalmente pela variação da velocidade do vento entre as espécies nesse período, onde a maior velocidade do vento sob o Ipê Amarelo em $1,5\text{ ms}^{-1}$ melhorou sua sensação pelo PMV, diminuindo a sensação de calor pela maior transferência do calor local para atmosfera.

A Sibipiruna apresentou menor PPD no período das 15 horas (76,6%), período este de maior radiação solar, proporcionando mais sombra aos usuários, e também uma maior velocidade do vento ($0,5 \text{ ms}^{-1}$). A combinação desses dois fatores diminuiu a sensação de calor sentida pela população.

De modo geral a espécie que apresentou maior número de variáveis com valores desejados (6/8) para estação primavera foi o Ipê Amarelo. Esta espécie apresentou umidade relativa mais próxima do recomendado (60,0%), menores valores para temperatura do ar, conforto lumínico mais próximo do valor mínimo esperado (500,0 lux), e maior velocidade do vento, gerando brisas que refrescam as elevadas temperaturas ocorridas na Primavera, conforme confirmado pelo menor PPD médio de 75,3%.

As avaliações realizadas a 15,0 metros da copa das árvores demonstraram menor número de variáveis com diferença estatística (1/8) que qualquer distância avaliada nesta estação. Para distância de 15,0 metros houve apenas uma variável com diferenciação estatística no período das 15 horas, sendo ela a temperatura do ar (Tabela 10).

Tabela 10: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação primavera a 15,0 metros da copa.

Espécie	Temp. superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento(ms^{-1})	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	28,1 a	57,0a	22,1a	387,2a	0,2 a	2,0a	+2	79,1a
Ipê amarelo	21,9 b	55,8 a	21,0a	119,8b	0,2 a	1,9 a	+1	72,6a
15h								
Sibipiruna	29,0a	44,4 a	22,6 b	337,7a	0,4 a	2,0a	+2	78,8 a
Ipê amarelo	27,8 a	45,1a	23,0a	496,1a	0,3 a	2,1 a	+2	80,4 a
18h								
Sibipiruna	22,3b	48,5a	22,0a	127,6a	0,2a	2,0 a	+2	78,5a
Ipê amarelo	24, a	49,4a	21,8a	155,9a	0,2 a	2,0 a	+2	77,4 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014).

A diferença estatística da temperatura do ar no período das 15 horas com maior média para o Ipê Amarelo ($23,0^{\circ}\text{C}$) pode ser justificada pela maior incidência luminosa sob esta espécie quando comparado à incidência luminosa sob a Sibipiruna. Outro fator a ser levado em consideração é a quantidade de área arborizada ao entorno dos exemplares, onde a

arborização é bem maior na região de entorno da Sibipiruna, amenizando as temperaturas do local.

Em todos os horários não houve diferença estatística para a umidade relativa e para a velocidade do vento à distância de 15,0 metros da copa das árvores. Isso ocorreu devido a menor influência da copa a essa distância, diminuindo as barreiras para a velocidade do vento.

Essa menor influência das árvores sob as variáveis, à uma maior distância (15,0 metros da copa) para uma estação mais amena, fez com que não houvesse diferenciação estatística quando ao PMV e PPD para ambas as espécies em todos os horários, sendo que ambas foram consideradas como quente (+2) exceto o Ipê Amarelo que no período das 9 horas apresentou característica levemente quente (+1), devido a sua composição urbana ser pela maior parte de gramado e não de urbanização como na Sibipiruna.

Embora a diferença estatística ocorra apenas nos horários das 9 e 18 horas, as drásticas variações da temperatura de superfície entre as duas espécies pôde ser observada em todos os períodos, sendo justificada pela diferença de material que compõe a superfície avaliada, sendo a grama compondo a superfície da Sibipiruna e a calçada de cimento compondo a superfície do Ipê Amarelo.

A Sibipiruna apresentou maior média de intensidade luminosa (284,2 lux) e maior conforto lumínico quando comparada à média do Ipê Amarelo (257,3 lux). Isso ocorreu, pois embora a Sibipiruna tivesse uma copa aproximadamente 2 vezes maior que o Ipê, com diferença de 2,5 metros no raio de copa, e maior absorção da radiação solar, à distância de 15,0 metros da copa, houve uma interferência nos resultados aferidos devido ao sombreamento causado pelas Magnólias Amarelas (*Michaeliachampaca*L.) localizadas no local onde são aferidas as variáveis a 15,0 metros do Ipê Amarelo.

O sombreamento da Magnólia também interferiu na variável temperatura de superfície, onde para o Ipê foi menor em até 6,2°C quando comparada a Sibipiruna. Assim para a temperatura do ar no período das 9 e 18 horas também houve interferência do meio, onde o Ipê amarelo também apresentou menores temperaturas, justificado não só pelo sombreamento das Magnólias na proximidade dos Ipês Amarelos, mas também pelo alto grau de urbanização na proximidade das Sibipirunas.

Às 18 horas houve uma maior temperatura de superfície para o Ipê Amarelo (24,3°C), justificado pelo uso de grama na superfície enquanto que para a Sibipiruna a superfície é composta por calçada de cimento.

Quanto ao PMV e PPD, as espécies não diferiram estatisticamente entre si, porém no horário das 9 horas houve uma diferença quanto a classificação pela escala Fanger, sendo que

a Sibipiruna apresentou-se como quente (+2) e o Ipê amarelo como levemente quente (+1). Isso ocorreu devido a elevada taxa de urbanização no entorno da Sibipiruna, concentrando o calor nessa região, sendo necessário um apoda de levantamento de copa para que esta apresente melhoria na qualidade climática.

6.2.4 Estação Verão

À distância de 0,0 metros dos indivíduos pode-se observar a diferença estatística em todos os horários quanto a intensidade luminosa (lux), pois a Sibipiruna é sombreada pelas edificações em boa parte do dia, enquanto o Ipê recebe insolação de todos os ângulos durante o dia. Porém, assim como nas demais estações não houve o alcance mínimo para o conforto visual que seria de 500,0 lux (Tabela 11).

Tabela 11: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação verão a 0,0 metro da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	24,2 b	58,9 b	29,5 a	51,6 b	0,0 b	2,9b	+2	98,4b
Ipê amarelo	25,4 a	62,6 a	29,8 a	185,8 a	0,1 a	2,9 ^a	+2	98,7a
15h								
Sibipiruna	25,3 a	49,1b	29,3 a	53,5b	0,3 a	2,8 a	+2	98,0a
Ipê amarelo	29,7 a	52,4 a	28,8 b	145,9 a	0,2 a	2,8 a	+2	97,7a
18h								
Sibipiruna	21,0 b	49,7 a	20,9 a	121,1b	0,1 b	1,9a	+1	74,1a
Ipê amarelo	25,1 a	49,9 a	21,5 a	252,3 a	0,3 a	1,9 a	+1	75,0a

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.**

Fonte: O Autor (2014).

A intensidade luminosa incidente medida abaixo da copa da espécie Ipê amarelo foi em média 3 vezes maior que a incidência luminosa na espécie Sibipiruna, alcançando a diferença de até 92,4 lux. Neste caso esse fator ocorre devido ao menor raio de copa(3,0 metros) e menor densidade foliar do Ipê quando comparado à Sibipiruna. Assim, a Sibipiruna proporciona mais sombra durante a estação verão, sendo esta uma característica muito

desejável para o período, pois melhora a sensação térmica da população, diminuindo a sensação de calor.

Embora a superfície que compõe o entorno próximo do Ipê Amarelo seja grama, ou seja, absorve mais o calor e reflete menos calor, a incidência de radiação sobre esta é bem maior que a incidida sob a Sibipiruna. Por este motivo, a temperatura de superfície para a Sibipiruna foi menor em todos os períodos devido a maior proteção dos raios solares, interceptados na copa. Assim a diferença de solos que compõe a sua superfície (solo nu), influencia pouco pois a insolação é menor sob este.

A Sibipiruna apresentou 3,3% menor umidade relativa do ar em todos os horários e diferiu estatisticamente em dois deles (as 9 e 15 horas). Isso ocorreu devido ao maior controle de perda de vapor d'água pela maior quantidade de folhas da Sibipiruna.

A temperatura do ar as 15 horas para o Ipê amarelo foi menor (28,8°C) devido a menor refletividade da radiação do mobiliário urbano no seu entorno quando comparado a maior refletividade do mobiliário no entorno as Sibipiruna.

A temperatura do ar relacionada entre os períodos das 15 e das 18 horas apresentou uma variação média de 7,9°C. Essa amplitude é característica da estação devido a maior incidência dos raios solares entre o horário das 12 às 16 horas e o resfriamento das temperaturas com o entardecer.

Durante os períodos das 9 e 8 horas a velocidade do vento atuando sob a Sibipiruna é menor que sob o Ipê Amarelo. Essa diferença é justificada pelo maior vão próximo aos Ipês Amarelos, abrindo caminho para a circulação dos ventos, e maior urbanização para a Sibipiruna bloqueando os ventos. Porém devido a maior temperatura do ar no período das 15 horas, as massas de ar quente são bem maiores sobre o entorno da Sibipiruna, causando a corrente de convecção gerando ventos mais fortes.

Ocorreram diferenças estatísticas quanto ao PMV e PPD apenas para o horário das 9 horas onde a espécie Ipê Amarelo se demonstra 0,3% menos confortável como consequência da incidência de luz abaixo da sua copa. Apesar da diferença estatística, ambas as espécies se apresentam muito desconfortáveis aos usuários, com média de 98% de pessoas desconfortáveis e atingindo o limite máximo da sensação térmica de quente (+2) quase atingindo muito quente (+3).

Segundo Jauregui (1990, p. 459), a sensação de conforto propiciado a população usuária de áreas verdes está mais ligada ao efeito do sombreamento das árvores, diminuindo a radiação direta e indireta, do que relacionada a temperatura do ar. Assim a Sibipiruna embora apresente maior temperatura do ar, gera maior sensação de conforto pelo sombreamento.

O horário das 9 horas foi o que apresentou maior número de variáveis com diferença estatística entre si (6/7). Durante esse período considera-se que as variáveis sofram pouca influência dos efeitos externos e assumam mais as suas características de armazenamento de energia para equilibrar seu próprio microclima. Assim, a Sibipiruna apresenta melhor sensação térmica, pois possui uma maior área de influência para controle do microclima no seu entorno.

De maneira geral a Sibipiruna foi a espécie que atingiu maior número de variáveis com valores desejados para a estação verão. Esta espécie apresentou menores valores de temperatura do ar e de superfície, e melhores resultados para o PMV e o PPD, sendo esta espécie a mais indicada para melhoria do conforto climático no entorno próximo durante a estação verão.

Em contrapartida o Ipê Amarelo apresentou melhores resultados para umidade relativa, sendo esta espécie a que mais se aproximou do valor ideal (60,0%), maior intensidade luminosa, se aproximando do desejado pela ISO 7730 (500,0 lux), e maiores valores para velocidade do vento que foi em média de $0,2 \text{ m.s}^{-1}$.

As avaliações realizadas à distância de 5,0 metros da copa pode-se observar menor diferenciação estatística entre as variáveis (11/21) quando comparado à distância de 0,0 m. Assim, o período em que houve maior incidência de variáveis estatisticamente diferentes foi o período das 15 horas, sendo este o único que apresentou diferença estatística para os índices de PMV e PPD devido a maior diferença de intensidade luminosa (em 208,7 lux), conforme demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12: Variáveis climáticas, PMV ePPD medidos durante a estação verão a 5,0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD (%)
9h								
Sibipiruna	31,7a	60,2 a	28,4 a	273,8 b	0,0 b	2,8 a	+2	97,3 a
Ipê amarelo	29,9 b	62,6 a	27,7 a	436,6 a	0,0 a	2,7 a	+2	96,5 a
15h								
Sibipiruna	31,7 b	49,3 b	28,4 a	142,4 b	0,3 a	2,8 a	+2	97,8 a
Ipê amarelo	36,6 a	51,8 a	27,7 a	351,2 a	0,2 a	2,8 b	+2	97,5 b
18h								
Sibipiruna	37,8 a	63,0 b	30,0 a	363,3 a	0,0 b	2,9 a	+2	98,8 a
Ipê amarelo	27,7 b	64,0 a	30,6 a	341,8 a	0,1 a	3,0 a	+3	98,6 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2014).

A temperatura do ar não diferiu estatisticamente em nenhum dos horários, sendo menor para o Ipê Amarelo nos períodos das 9 e das 15 horas, onde há uma menor influenciada das edificações devido a menor urbanização (6,0%) quando comparado a Sibipiruna (22,8%).

A Sibipiruna apresentou maior velocidade do vento no período das 15 horas (0,3 ms⁻¹) e menor velocidade do vento nos períodos das 9 e 18 horas, respectivamente 0,01 e 0,02 ms⁻¹.

Considerando uma área comercial, a implantação da Sibipiruna seria desejada, já que durante o período das 15 horas há um maior fluxo de pessoas circulando nas ruas. Para os bairros residenciais, há a predominância por espécies que proporcione maior circulação de vento nos períodos das 9 e 18 horas, período em que há mais pessoas em áreas residenciais.

Apesar de apresentar a mesma composição de superfície, há uma menor média de temperatura para a superfície do Ipê Amarelo (31,4°C) devido a composição de grama no entorno diminuindo a sensação de calor, enquanto que à proximidade da Sibipiruna há uma maior absorção de calor pelas edificações.

Em termos de umidade relativa a Sibipiruna foi a que apresentou melhores valores nos períodos das 9 e das 18 horas, sendo estes mais próximo do desejado (60,0%). Comparando à distância de 5,0 metros com a de 0,0 metro da copa, houve uma melhor eficiência da umidade relativa à distância de 5,0 metros (57,5%), demonstrando que esta espécie apresenta melhor desempenho mais distante do tronco justamente pela maior abrangência da área foliar.

Quanto a luminosidade pode-se observar que a absorção da radiação sob a Sibipiruna foi maior as 18 horas quando comparado as 15 horas em 221,0 lux. A maior incidência dos raios solares as 18 horas é justificado pela posição do sol, que neste horário não apresenta barreiras e atinge diretamente a Sibipiruna, ao contrário do ocorrido as 9 horas, onde há interferência das edificações, e as 15 horas, onde há interceptação da radiação solar pela copa.

Assim, no período das 18 horas, a luz que incide sob o Sibipiruna é equivalente a que incide sob Ipê Amarelo, onde pelo Ipê a incidência de luz é alta pela baixa densidade foliar, e a incidência sob a Sibipiruna é alta pelo ângulo em que os raios solares incidem sob a mesma.

Ambas as espécies apresentaram-se com sensação térmica como quente no período das 9 e 15 horas, enquanto que o Ipê amarelo apresentou-se como muito quente no período das 18h. Durante essa estação o PPD foi elevado, sendo o número de pessoas desconfortável insatisfatório para ambas as espécies, em todos os horários, onde este índice passou dos 95,0%, sendo necessário conciliar o manejo de poda de acordo com o mobiliário urbano do entorno.

O melhor conforto foi proporcionado pelo Ipê devido a menor taxa de urbanização no seu entorno, diminuindo o acumulo de energia térmica e diminuindo as barreiras de ventos, como ocorre nas edificações no entorno da Sibipiruna.

Para a distância de 15,0 metros da copa observa-se novamente, como à distância de 5,0 metros, a menor quantidade de variáveis diferentes estatisticamente no período das 9 horas (3/7) quando comparado ao período das 15 horas (5/7), devido a angulação do sol mais próximo a 90°, gerando temperaturas mais elevadas nesse período (Tabela 13).

Tabela 13: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação verão a 15,0 metros da copa.

Espécie	Temp. da superfície (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. do ar (°C)	Conforto lumínico (lux)	Velocidade do vento (ms ⁻¹)	PMV	S	PPD
9h								
Sibipiruna	37,8a	63,0b	30,1 a	363,3 a	0,0 b	2,9 a	+2	98,8a
Ipê amarelo	27,7 b	64,0 a	30,6 a	341,8 a	0,1 a	3,0a	+3	98,6a
15h								
Sibipiruna	40,4 a	54,9 a	29,7 a	405,0 a	0,5 a	2,8 a	+2	98,1a
Ipê amarelo	35,2 b	55,1 a	28,6 b	379,5 a	0,2 b	2,8 b	+2	97,5 b
18h								
Sibipiruna	27,5 a	43,9 a	24,0 b	243,0 a	0,2 a	2,2 b	+2	86,1 b
Ipê amarelo	28,9a	43,3 b	24,5 a	149,6 b	0,1 b	2,3 a	+2	88,6 a

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.
Fonte: O Autor (2014)**

No período das 9 horas a velocidade do vento foi menor para a Sibipiruna ($0,02 \text{ m.s}^{-1}$) enquanto que foi maior para esta espécie nos demais horários, sendo respectivamente 0,5 e $0,2 \text{ m.s}^{-1}$. A menor velocidade dos ventos no período das 9 horas é justificada pela baixa convecção, e elevada quantidade de barreiras para o vento, diferente do Ipê que apresenta um corredor livre para a circulação do mesmo. No período das 15 e 18 horas a Sibipiruna apresentou maiores velocidades do vento devido à alta concentração de massas de ar quente formando a convecção nesses horários.

Pode-se observar que a umidade relativa para o Ipê Amarelo foi maior as 9 e 15 horas, sendo 63,9% e 55,1% respectivamente, e menor às 18 horas (43,2%). Estes valores são resultados da maior radiação direta sob o Ipê nos períodos das 9 e 15 horas, gerando maior evapotranspiração das árvores e também do gramado em seu entorno. As 18 horas a radiação é mais direta sob a Sibipiruna fazendo com que neste horário essa transpire mais e perca mais água para o ambiente.

As temperaturas de superfície e a intensidade luminosa foram menores para o Ipê Amarelo no período das 9 e 15 horas, sendo estes com médias de $31,4^{\circ}\text{C}$ e 360,6 lux. Porém esta não foi uma consequência direta desta espécie, mas sim da magnólia que compõe a calçada do outro lado da rua, onde foram aferidas as variáveis à distância de 15,0 metros.

As diferenças de temperatura do ar mostraram uma maior temperatura média para a Sibipiruna em todos os períodos das 9 e 18 horas. Isso ocorre devido a menor taxa de urbanização e ao maior sombreamento da Magnólia causada sob o Ipê amarelo, diminuindo as temperaturas ao seu entorno.

Ambas as espécies apresentaram-se bastante desconfortáveis termicamente devido a maior proximidade da radiação solar nessa estação do ano, com PPD maior que 85,0% onde na maioria dos horários foi encontrada a sensação térmica quente (+2) e encontrada também a sensação muito quente (+3) para o Ipê amarelo às 9 horas.

6.3 AVALIAÇÕES GERAIS PARA SELEÇÃO DA ESPÉCIE APTA CLIMATICAMENTE

Para facilitar o entendimento e visualização da seleção para a espécie mais apta climaticamente, foi elaborada a tabela que relaciona as variáveis e suas espécies em relação aos horários e distâncias em diferentes estações do período de estudo.

Assim, a seleção da espécie para compor a arborização urbana é mais adequada para cada tipo de situação e clima, dependendo das condições de posição do sol, direção de ventos, e composição urbana de cada local.

6.3.1 Distância de 0,0 metros da copa

No Quadro 1, podemos observar uma exceção a característica climática da região, onde o outono apresentou temperaturas mais baixas que o inverno, o inverno com maior umidade relativa, primavera com maiores velocidades do vento, de $0,6 \text{ m.s}^{-1}$ em média. No outono, as sensações térmicas variaram de neutro a levemente frio, enquanto que para o inverno, as sensações foram de levemente quente. Isso ocorre devido a maior presença de chuvas no período do inverno, impossibilitando maior número de medições, e estas devem ser feitas a pleno sol, influenciando os resultados. Assim, a evapotranspiração no inverno é maior e os dias ensolarados são mais frequentes nas medições, aumentando a umidade relativa e diminuindo a temperatura do solo pela maior evapotranspiração em um curto período após as chuvas.

Quadro 1: Avaliação da espécie mais apta para a melhoria da qualidade climática a distância de 0,0 metros da copa das árvores.

Estação	Espécie/Variável climática/Índices															
	Sibipiruna								Ipê-amarelo							
	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)
9:00 h																
Outono	12,1 b	32,5 a	12,5 a	54,4 b	0,1 a	-1,1 a	-1	29,7 a	13,7 a	33,2 a	12,9 a	185,8 a	0,1 a	- 1,1 a	-1	31,7 a
Inverno	16,8 a	60,1 a	17,2 a	96,7 a	0,1 a	1,4 a	+1	46,4 a	15,0 b	59,5 a	17,6 a	151,2 a	0,2 a	1,4 a	+1	47,6 a
Primavera	22,1 a	56,0a	21,2 a	70,1 b	0,1 a	1,9 a	+1	76,3 a	22,7 a	78,3 a	20,7 b	333,9 a	0,3 a	1,9 a	+1	72,7 a
Verão	24,2 b	58,9 b	29,5 a	51,6 b	0,0 b	2,9 b	+2	98,4 b	25,4 a	62,6 a	29,8 a	185,8 a	0,2 a	2,9 a	+2	98,7 a
15:00 h																
Outono	12,2 a	25,0 b	9,3 a	73,4 b	0,0 a	-0,6 a	0	12,6 a	10,2 b	25,5 a	9,6 a	167,6 a	0,0 a	- 0,4 b	0	8,5 b
Inverno	22,7 a	44,2 a	23,7 a	126,6 b	0,2 b	1,9 a	+1	70,7 a	22,5 a	45,1 a	23,6 a	248,4 a	0,5 a	1,9 a	+1	70,0 a
Primavera	19,7 a	43,2 b	22,4 a	90,4 b	0,5 a	1,9 b	+1	74,9 a	19,5 a	45,3 a	22,3 a	215,7 a	0,2 b	2,1 a	+2	79,0 a
Verão	25,3 a	49,1 b	29,3 a	53,5 b	0,3 a	2,8 a	+2	98,0 a	29,7 a	52,4 a	28,8 b	145,9 a	0,2 a	2,8 a	+2	97,6 a
18:00 h																
Outono	10,5 a	31,4 a	10,5 b	35,5 b	0,1 a	-0,7 a	0	16,7 a	10,6 a	29,9 b	11,1 a	94,8 a	0,1 a	- 0,7 a	0	15,9 a
Inverno	19,3 a	50,0 a	20,3 a	48,4 a	0,1 a	1,6 a	+1	56,0 a	17,1 b	45,6 b	19,8 b	60,0 a	0,2 a	1,6 a	+1	57,0 a
Primavera	21,7 a	50,5 a	22,5 a	98,9 a	0,1 b	2,1 a	+1	82,0 a	20,3 b	50,7 a	22,4 a	111,4 a	0,3 a	2,1 a	+1	79,7 a
Verão	21,0 b	49,7 a	20,9 a	121,1 b	0,1 b	1,9 a	+1	74,1 a	25,1a	49,9 a	21,5 a	252,3 a	0,3 a	1,7 a	+1	75,0 a

TS = Temperatura de Superfície (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); TAr = Temperatura do ar (°C); CL = Conforto Lumínico (Lux); Vv = Velocidade do vento (m/s); PMV = Voto médio estimado; S = Sensação térmica segundo a escala de Fanger (+3 = Muito quente; +2 = Quente; +1 = Levemente quente; 0 = Confortável; -1 = Levemente frio; -2 = frio; -3 = Muito frio); PPD = Percentual de pessoas desconfortáveis (%); ISA = Índice de sombreamento arbóreo (%). *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre as espécies, segundo o teste de comparação de médias de Tukey aplicado a um nível de significância de 5,0% de erro.

Fonte: O Autor (2014)

Pode-se observar também que para todas as estações à distância de 0,0 metros da copa, houve maior incidência da radiação solar sob a copa do Ipê Amarelo, com média durante o ano de 229, 4 lux. Isso ocorre não só pela menor densidade foliar da espécie, mas também, devido ao menor índice de urbanização no local, e a Sibipiruna apresenta não só a copa como barreira da radiação, mas também todas as edificações no seu entorno, causando interferência nos resultados.

Relacionado às médias das pessoas desconfortáveis através do PPD pode-se observar que à distância de 0,0 metros da copa, o número de pessoas desconfortáveis é maior para a Sibipiruna, com PPD médio de 70,1%. Assim deve-se levar em consideração todo o mobiliário e pavimento urbano que compõe o entorno das espécies, pois estes influenciam diretamente o conforto proporcionado pelas espécies. Sendo assim, a Sibipiruna pode ter se tornado mais desconfortável não pela espécie em si, mas sim pelo conjunto em que ela está compondo.

O estudo realizado por Abreu (2010, p. 115) corrobora os resultados obtidos, onde ela concluiu que as espécies decíduas como o Ipê Amarelo apresentam maior conforto médio em diferentes distâncias do ano. As espécies semi caducas, como a Sibipiruna, apresentam maior conforto no entorno imediato no período de verão.

Observa-se que a intensidade luminosa foi a única variável que diferiu estatisticamente em todas as estações, no horário das 15 horas. Este horário é o de maior incidência da radiação entre os horários em que as variáveis foram aferidas, assim, pode-se observar que a diferença nas áreas de copa tem influência direta neste período e sofre menos influência do meio externo, sendo encontrado o melhor resultado médio de conforto lumínico (194,4 lux) sob a espécie com menor densidade foliar, o Ipê Amarelo.

Avaliando as médias entre horários, o Ipê amarelo foi o que apresentou menores médias para o PPD, devido a melhor combinação entre a espécie e o comportamento urbano. Sendo que entre horários, as médias para as 9, 15 e 18 horas foram respectivamente 62,7%, 63,8% e 56,9% enquanto que para a Sibipiruna as médias entre os horários foram 72,1%, 64,0% e 57,0% respectivamente.

Durante todas as estações à distância de 0,0 metros da copa houve a predominância da melhoria climática fornecida pelo Ipê Amarelo, porém estes resultados não condizem com os esperados devido às características fisiológicas e morfológicas das árvores. Como por exemplo, durante a estação verão, esperava-se um maior conforto para a Sibipiruna, pois esta apresenta maior abrangência pela área de copa e maior evapotranspiração, melhorando as condições das variáveis analisadas.

Assim, possivelmente o entorno foi o maior responsável por essa inversão de valores, há uma maior área urbanizada recobrimdo o entorno da Sibipiruna, trazendo maior sensação de calor e não de frescor.

6.3.2 Distância de 5,0 metros da copa

À distância de 5,0 metros da copa, a espécie que apresentou menor PPD médio para todos os horários foi a Sibipiruna, sendo que suas médias, para os horários das 9, 15 e 18 horas, foram respectivamente, 63,9%, 64,5% e 66,9%, enquanto que para o Ipê Amarelo, as médias foram respectivamente, 64,5%, 64,7% e 71,9% (Quadro2).

Conforme Abreu (2012, p. 109) espécies de copa grande apresentam melhores resultados para o conforto climático por possuírem maior capacidade de sombreamento e, conseqüentemente, maior conforto térmico.

Durante as estações de inverno e verão, assim como a 0,0 metros, a 5,0 metros da copa também houve inversão de conforto. Durante a estação inverno o conforto médio foi maior para a Sibipiruna, onde está apresentou menor PPD (57,6%) quando comparado ao PPD do Ipê Amarelo (61,0%). E durante a estação verão, o conforto maior foi gerado pelo Ipê amarelo com menor PPD (97,5%), quando comparado a Sibipiruna (98,0%).

Essa inversão ocorre, pois mesmo a Sibipiruna apresentando maior ISA, o meio em que ela está compondo diminui a sensação de conforto proporcionado por esta espécie, por ser muito urbanizado e reter e refletir muito calor. Assim, o Ipê Amarelo apresenta uma combinação espécie e mobiliário urbano mais adequado, devido a menor urbanização no local.

Quadro 2: Avaliação da espécie mais apta para a melhoria da qualidade climática a distância de 5,0 metros da copa das árvores.

Estação	Espécie/Variável climática/Índices															
	Sibipiruna								Ipê-amarelo							
	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)
9:00 h																
Outono	13,0 b	35,0 a	12,4 b	118,8 b	0,0 a	- 1,1 b	-1	33,0 b	15,4 a	36,6 a	12,9 a	249,6 a	0,0 a	- 1,3 a	-1	42,6 a
Inverno	15,7 b	63,3 a	18,2 b	156,2 b	0,1 a	1,4 b	+1	46,8 b	22,6 a	76,2 a	18,9 a	493,9 a	0,1 a	1,5 a	+1	50,9 a
Primavera	26,1 b	65,0 a	22,5 a	212,7 b	0,1 b	2,0 a	+2	78,3 a	28,4 a	59,6 a	21,3 b	397,3 a	0,4 a	1,8 b	+1	67,9 b
Verão	31,7 a	60,2 a	28,4 a	273,8 b	0,0 b	2,8 a	+2	97,3 a	29,9 b	62,6 a	27,7 a	436,6 a	0,1 a	2,7 a	+2	96,5 a
15:00 h																
Outono	10,0 b	25,3 a	9,8 a	84,0 b	0,0 a	- 0,6 a	0	14,0 a	11,4 a	35,7 a	9,7 b	165,3 a	0,0 a	- 0,4 b	0	8,0 b
Inverno	20,1 b	46,3 a	23,9 b	75,0 b	0,3 b	1,8b	+1	69,4 b	25,5 a	46,8 a	24,8 a	183,7 a	0,6 a	1,9 a	+1	72,8 a
Primavera	22,5 b	52,1 a	22,0 b	156,3 b	0,5 a	1,9 b	+1	76,6 b	26,5 a	52,7 a	22,8 a	370,5 a	0,3 b	2,1 a	+2	80,6 a
Verão	31,7 b	49,3 b	28,4 a	142,4 b	0,3 a	2,8 a	+2	97,9 a	36,6 a	51,8 a	27,7 a	351,2 a	0,2 a	2,7 b	+2	97,6 b
18:00 h																
Outono	11,6 b	37,2 a	10,5 b	55,3 b	0,1 b	- 1,1 b	-1	30,0 b	13,3 a	29,5 b	11,1 a	108,6 a	0,1 a	- 1,5 a	-1	52,0 a
Inverno	17,6 b	51,4 a	20,7 b	57,2 b	0,2 a	1,6b	+1	56,5 b	21,8 a	47,7 b	21,6 a	91,0 a	0,2 a	1,6 a	+1	59,4 a
Primavera	24,6 a	47,0 b	22,8 a	111,7 a	0,1 a	2,1 a	+2	82,3 a	23,8 a	49,6 a	21,7 b	93,3 a	0,2 a	2,0 b	+2	77,4 b
Verão	37,8 a	63,0 b	30,1 a	363,3 a	0,0 b	2,9 a	+2	98,8 a	27,7 b	64,0 a	30,6 a	341,8 a	0,2 a	3,0 a	+3	98,6 a

TS = Temperatura de Superfície (°C); **UR** = Umidade relativa do ar (%); **TAr** = Temperatura do ar (°C); **CL** = Conforto Lumínico (Lux); **Vv** = Velocidade do vento (m/s); **PMV** = Voto médio estimado; **S** = Sensação térmica segundo a escala de Fanger (+3 = Muito quente; +2 = Quente; +1 = Levemente quente; 0 = Confortável; -1 = Levemente frio; -2 = frio; -3 = Muito frio); **PPD** = Percentual de pessoas desconfortáveis (%); **ISA** = Índice de sombreamento arbóreo (%). *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre as espécies, segundo o teste de comparação de médias de Tukey aplicado a um nível de significância de 5,0% de erro.

Fonte: O Autor (2014).

Podemos observar que assim como ocorreu à distância de 0,0 metros da copa, há diferença estatística para o conforto lumínico proporcionado pelas espécies, não só no horário das 15 horas mas também das 9 horas. Em ambos os horários houve maior incidência da radiação solar sob a copa do Ipê Amarelo, que apresenta menor densidade foliar.

Deve-se considerar também que a posição do sol no horário das 9 horas não favoreceu a entrada de luz pela Sibipiruna, pois, há uma interceptação da radiação pelas edificações no entorno, que no caso, sombrearam a Sibipiruna, impedindo o maior conforto lumínico neste período.

A variável temperatura de superfície também diferiu estatisticamente em todas as estações do ano no período das 15 horas à distância de 5,0 metros, sendo que a maior temperatura de superfície foi encontrada para o Ipê amarelo. Essa elevada temperatura no horário das 15 horas é justificada pela maior incidência de radiação solar sob a copa do Ipê Amarelo a distância de 5,0 metros, e a cobertura parcial da superfície pela espécie Sibipiruna, tornando a superfície mais quente para o Ipê Amarelo que para a Sibipiruna.

6.3.3 Distância de 15,0 metros da copa

No período das 15 horas todas as variáveis aferidas durante a estação de inverno apresentaram diferenças estatísticas entre as espécies. Esse fator é correspondente a queda de folhas do Ipê, diminuindo a evapotranspiração e termoregulação no seu entorno, fazendo com que aquele local tivesse características de um local não arborizado (Quadro 3). Esta é uma característica desejável para as cidades da região sul durante o inverno, necessitam de maior sensação de conforto.

Quadro 3: Avaliação da espécie mais apta para a melhoria da qualidade climática a distância de 15,0 metros da copa das árvores.

Estação	Espécie/Variável climática/Índices															
	Sibipiruna								Ipê-amarelo							
	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)	TS (°C)	UR(%)	TAr(°C)	CL(lux)	Vv(m/s)	PMV	S	PPD(%)
Outono	13,8 a	35,0 a	12,6 a	199,5 a	0,0 b	- 1,2 a	-1	34,4 a	13,8 a	32,7 b	13,8 a	169,9 b	0,1 a	- 1,2 a	-1	37,4 a
Inverno	18,4 a	63,4 a	18,6 a	269,4 b	0,0 b	1,5 a	+1	50,0 a	18,9 a	63,0 a	23,3 a	448,5 a	0,2 a	1,8 a	+1	59,9 a
Primavera	28,2 a	57,0 a	22,1 a	387,2 a	0,2 a	2,0 a	+2	79,1 a	21,9 b	55,9 a	21,0 a	119,8 b	0,2 a	1,9 a	+1	72,6 a
Verão	37,8 a	63,0 b	30,1 a	363,3 a	0,0 b	2,9 a	+2	98,8 a	27,7 b	64,0 a	30,6 a	341,8 a	0,1 a	3,0 a	+3	98,6 a
15:00 h																
Outono	11,5 b	24,8 b	10,9 a	156,4 b	0,0 a	- 0,8 a	0	20,7 a	12,9 a	25,2 a	9,4 b	220,9 a	0,0 a	- 0,3 b	0	6,9 b
Inverno	21,0 b	45,8 b	23,5 b	120,9 b	0,2 b	1,8 b	+1	67,3 b	27,5 a	48,1 a	24,2 a	317,7 a	0,5 a	1,8 a	+1	70,6 a
Primavera	29,0 a	44,5 a	22,6 b	337,7 a	0,4 a	2,0 a	+2	78,8 a	27,8 a	45,2 a	23,0 a	496,1 a	0,3 a	2,1 a	+2	80,4 a
Verão	40,4 a	54,9 a	29,3 a	405,0 a	0,5 a	2,8 a	+2	98,1 a	35,2 b	55,1 a	28,6 b	379,5 a	0,2 b	2,8 b	+2	97,5 b
18:00 h																
Outono	11,9 b	31,6 a	10,9 b	71,0 a	0,0 a	- 0,8 b	0	20,5 b	13,2 a	28,9 b	12,7 a	80,0 a	0,1 a	- 1,2 a	-1	35,7 a
Inverno	18,8 b	51,8 a	20,8 a	86,6 a	0,1 a	1,6 a	+1	57,0 a	22,6 a	48,3 b	21,5 a	99,7 a	0,2 a	1,6 a	+1	59,1 a
Primavera	22,4 b	48,5 a	22,0 a	127,7 a	0,2 a	2,0 a	+2	78,5 a	24,3 a	49,5 a	21,8 a	155,9 a	0,2 a	2,0 a	+2	77,4 a
Verão	27,5 a	43,9 a	24,0 b	243,1 a	0,2 a	2,2 b	+2	86,1 b	28,8 a	43,3 b	24,5 a	149,6 b	0,1 b	2,3 a	+2	88,6 a

TS = Temperatura de Superfície (°C); UR = Umidade relativa do ar (%); TAr = Temperatura do ar (°C); CL = Conforto Lumínico (Lux); Vv = Velocidade do vento (m/s); PMV = Voto médio estimado; S = Sensação térmica segundo a escala de Fanger (+3 = Muito quente; +2 = Quente; +1 = Levemente quente; 0 = Confortável; -1 = Levemente frio; -2 = frio; -3 = Muito frio); PPD = Percentual de pessoas desconfortáveis (%); ISA = Índice de sombreamento arbóreo (%). *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de comparação de médias de Tukey aplicado a um nível de significância de 5,0% de erro.

Fonte: O Autor (2014)

Quando relacionamos o maior conforto térmico através o menor PPD médio para as espécies concluímos que o Ipê Amarelo foi o que apresentou em todos os horários os menores valores médios para PPD (65,3%) durante todo o ano. Porém nas estações de outono e inverno, a espécie que apresentou melhor conforto pelo PPD foi a Sibipiruna.

O maior conforto gerado pela Sibipiruna nas estações de outono e inverno (0 e +1) são justificados não pelas características da espécie, e sim pela influência do seu entorno. O maior sombreamento (em média 197,3 lux) proporcionado pela espécie em um ambiente aberto geraria maior desconforto pelo frio. Porém o sombreamento em uma área altamente urbanizada, intensifica o calor durante as estações frias, sendo esta espécie mais desejada para a melhoria do conforto climático à distância de 15,0 metros.

Assim à distância de 15,0 metros considerando a urbanização, a espécie mais indicada é a Sibipiruna, devido a maior projeção de copa (em média 5,35 m), sombreamento e potencial de melhoria da qualidade climática. Porém deve-se considerar o levantamento de copa dessa espécie antes do inverno para que ela atinja o seu objetivo durante todas as estações do ano; e também o posicionamento adequado da árvore para o horário e local em que se deseja maior conforto.

7. CONCLUSÃO

A avaliação de sombreamento específico, demonstrou que a espécie Sibipiruna, apresentou maior área sombreada em todas as estações do ano, onde o Ipê apresentou ISA médio de 316,5% enquanto que a Sibipiruna apresentou um ISA médio de 482,2%. A diferença entre as espécies foi maior no inverno com o ISA da Sibipiruna 199,0% maior que do Ipê Amarelo.

Nenhuma das espécies atingiu o valor mínimo de conforto visual (500,0 lux) sendo o Ipê amarelo a espécie que chegou mais perto do valor mínimo esperado (em média 233,5). Isso ocorreu devido aos bloqueios físicos do entorno que compõe as espécies. Assim é recomendada a análise do entorno e o levantamento de copa através da poda, quando possível, para maior entrada de luz.

Avaliando o conforto proporcionado, recomenda-se a utilização da Sibipiruna para melhoria da qualidade climática em centros urbanos, pois esta se apresentou com menores valores de PPD (63,5%), durante as estações de outono, inverno e verão, sendo esta a mais confortável climaticamente para estas estações. O Ipê apresentou maior conforto, pelo menor PPD, apenas na primavera (76,4%)

Comparando os horários de melhoria climática, durante as estações primavera, verão e inverno, a Sibipiruna apresentou maior conforto através do índice PPD, nos horários das 9 (77,9%, 47,7% e 98,1%) e para as 18 horas (80,9%, 56,5% e 86,3%). Sendo assim, recomenda-se a utilização da mesma para áreas residenciais, onde o conforto a população deve ocorrer no horário de maior permanência no local, começo e fim do dia.

Conclui-se que em áreas comerciais é recomendada a utilização de ambas as espécies, pois no período das 15 horas o conforto proporcionado ficou equilibrado entre as estações. No inverno e na primavera a Sibipiruna se manteve mais eficiente na melhoria climática enquanto que para o verão e o outono o Ipê amarelo foi o que apresentou maior conforto com menor PPD (60,4%).

REFERÊNCIAS

ABREU, Loyde Vieira.; LABAKI, LucilaChebel. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente construído**. v.10, n. 4, 2010. p. 103 -117.

ABREU, Loyde Vieira;**Contribuições das árvores para o bioclima térmico no desenho urbano em cidades tropicais: o caso de Campinas, SP**. Tese (Doutorado em arquitetura,tecnologia e cidade) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 2012.

ALVAREZ,Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen’s climate classification map for Brazil.**MeteorologischeZeitschrift**. Vol. 22, No. 6, 2014, p.711–728.

ANDRADE, Henrique; O clima urbano – natureza, escalas de análises e aplicabilidade. **Finisterra**, 2005, p. 67- 91.

ASSIS, Eleonara Sad. Abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO. **Anais...Maceió-AL**, 2005, p. 92-101.

AYRES, Mario CarlosRodrigues. **Influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações**. 2004,129 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrônômicas – Universidade de Estadual de São Paulo (UNESP), Botucatu, SP, 2004.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**,Porto Alegre: Bookman, 2ª Edição, 2002.

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues.**Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005,117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 2003,189 f., Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

BIONDI, Daniela; ALTHAUS, Michelle. **Árvores de rua de Curitiba – cultivo e manejo**. Curitiba: FUNPEF, 2005.

BOTTINI, Renata Lucia. **Ecosistemas e bem estar humano: estrutura para uma avaliação**. São Paulo: Ed. Senac São Paulo, 2005.

BROWN, Rorbert D.; GILLESPIE, Terrence. J. **Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency**, Canada: John Wiley & Sons, 1995, 193 p.

BUENO, Carolina Lotufo. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas**. 1998, 207f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 2. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006.

_____. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 3. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008.

CASTRO, Larissa Lemos Fonseca de Lima. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano de Campinas**. 1998, 155 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

COLOMBO, Maura; BRUN, Flávia Gizele König; DERENGOSKI, Joseane Aparecida; ANDRADE, Mariana Moura; FIGUEIRA, Franciane Cristina. Levantamento do patrimônio arbóreo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos. In I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR – CAMPUS DOIS VIZINHOS. **Anais...** 2011, 7 p.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane. **Manual de Arquitetura Bioclimática tropical para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011. 109 p.

CRISPIM, Diego Lima; SILVA, Michel Almeida da; CHAVESS, Alan Dél Carlos Gomes; ALMEIDA, Ricardo Ricelli Pereira de; FREITAS, Angleib Justino Figueiredo de. Diagnóstico da arborização urbana do centro da cidade de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 9, n. 1, 2014, p.191-196.

DACANAL, Cristiane.; LABAKI, LucilaChebel.; SILVA, TalitaMeulman Leite da. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambienteconstruído**. v.10, n. 2, 2010. p. 115 -132.

YE, Youhua ; Zhou, Kai; Song Liying; Jin, Jianhua; Peng, Shaolin. Dew amounts and its correlations with meteorological factors in urban landscapes of Guangzhou, China. **Atmospheric Research**. 2007, P. 21-29.

FANGER, Ole. **Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering**, Copenhagen, 1982, 244 p.

FARRET, Felix. Alberto. Energia solar e conforto ambiental. **Ciência & Ambiente**, n. 22, 2001, p. 73 – 90.

GARCIA, **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial síntesis S.A. 1985.

GARTLAND,Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: GONÇALVES, Silvia Helena. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOMES, Marcos Antonio Silvestre; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de geografia**. v. 7, n. 10, 2003, p. 94-106.

GOMES, MarcosAntonio Silvestre; SOARES, Beatriz Ribeiro. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudosgeográficos**, v. 1, n. 1, 2003, p. 19 – 29.

GEORGI, Juliana N.;DIMITRIOU, Dimos.;The contribution of urban green spaces to the improvement of environment incities: Case study of Chania, Greece. **Building and environment**. Athens, Greece, 2010. P. 1401-1414.

JAUEREGUI, E. Influencio f a Large urban Park on temperature and convective preception in a tropical city.**Energy and buildings**. v.15, n.16, 1990/91,p. 457-463

JUNIOR, Manoel Claudio da Silva; LIMA, Roberta Maria Costa. **100 árvores urbanas – Brasília: guia de campo**. Brasília: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2010.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; ABREU, Ana Ligia Papst; CARLO, Joice Correna.**Apostila: Desempenho térmico das edificações**. Florianópolis, 2005, 42p.

LIMA NETO, Everaldo Marques; SOUZA, Rosemeri Melo. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju - SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. v.4, n. 4, 2009. p. 47 -62.

LIU, Changfu; LI, Xiaoma. Carbon storage and sequestration by urban forests in Shenyang, China. **Urbanforestryandurbangreening**. Illinois, v. 11, n.2, 2012, p. 121-128.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingues; DE ANGELIS NETO, Generoso.; SILVA, EraldoShunck. Avaliação das áreas verdes em espaços públicos no município de Guarapuava, PR. **Ambiência**. Irati, PR:v. 1, n. 1,2005, p. 141 – 155.

LÓIS, Erika. **Variáveis relacionadas ao conforto térmico em áreas de vegetação ciliar**. 2001,129 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa, SP, editora: Plantarum, v.1, 2ª edição, 1998.

MARCHIORI, José Newton Cardoso. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria RS: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1997, 200p.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, JuanLuis. **Vegetação urbana**.Porto Alegre: Editora Masquatro, 2ª edição, 2005.–

_____. **Ambiência urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 3ª edição, 2009.

MASCARÓ, Juan Luis; MASCARÓ, Lucia; AGUIAR, Clarissa Martins de Lucena Santafé. Cidade: energia, arborização urbana e impacto ambiental. **Ciência & Ambiente**, n. 22, 2001, p. 59 – 72.

MCPHERSON, E. Gregory; NOWAK, David J.; ROWNTREE, Rowan A.**Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project**. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest ExperimentStation,1994, 201 p.

MENDONÇA, Francisco; Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. **Terra Livre**, v. 1, n.20, 2003, p. 205 – 221.

MOCHIDA, Akashi; LUN, Isaac Yu. Fat. Prediction of wind environment and thermal comfort at pedestrian level in urban area. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. n. 96, Sendai, 2008, p.1498–1527.

MODNA, Daniela.; VECCHIA, Francisco. Calor e áreas verdes: um estudo preliminar do clima urbano de São Carlos – SP. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO AMBIENTAL E CONSTRUÇÕES. **Anais...** Curitiba, PR, 2003. p. 661 – 668.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

MÜLLER, Dominique Gauzin. **Arquitetura ecológica**. Tradução: SOUZA, Celina Olga; FREITAS, Caroline Fretin. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. 304p.

PERINI, Katia. MAGLIOCCO, Adriano. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. **Urban Forestry & Urban Greening**. G Model. UFUG-25423. Genova, Italia. 2014.

PEZZUTO, Claudia Cotrim. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. Tese (Doutorado em Arquitetura e construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2007, 197 f.

PORTAL DA SAÚDE, disponível em:

<<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/noticias-anteriores-agencia-saude/2214>>. Acesso em: 22 de jul. de 2014.

PORTAL DOIS VIZINHOS, 2014, disponível em:

<<http://www.portaldoisvizinhos.com.br/home.asp>>. Acesso em: 08 de jun. de 2014.

SPELTZ, Felipe Ribeiro; STENGER, Luma Dalmolin; KLEIN, Danieli Regina; BRUN, Flávia Gizele König; BRUN, Eleandro José. Perfil dos usuários e suas percepções em relação ao Parque Lago Dourado, Dois Vizinhos – PR. In: I SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO. **Anais...** Curitiba, PR, 2011, 8p.

STRINGHETA, Aangela Cristina Oliveira. Arborização Urbana no Brasil. **Ação Ambiental**. Viçosa, MG, v. 8, n. 33, 2005. p. 9 –11.

TEIXEIRA, ItaloFilippi. Análise qualitativa da arborização de ruas do conjunto habitacional Tancredo Neves, Santa Maria – RS. **Ciência Florestal**. v.9, n. 2, 1999, p. 9 -21.

TEIXEIRA, Pedro Henrique Lisboa; LUCAS, Taiza de Pinho Barroso. A influência da vegetação em um microclima da cidade de Belo Horizonte, MG. **Caderno de Geografia**.v.24, n.42, 2014, p. 56-61.

VILANOVA, Silvia Regina Fernandes, MAITIELLI, Gilda Tomasini. importância da conservação de áreas verdes remanescentes No centro político administrativo de Cuiabá-MT. **UNiciencias**. V. 13, 2009, p. 55-71.

VORMITTAG, Evangelina da Motta Pacheco Alves de Araujo. Efeitos da Mudança climática sobre a saúde. **Revista de saúde meio ambiente e sustentabilidade**. V. 6, n.2, 2011. p. 73-80.